PROBCI S.A.S.
Proyectos de Obras Civiles
NIT. 900.571.397-2

Cr 22 N° 65-15 Brr Parnaso
Barrancabermeja - Colombia
Tel: 317 871 4391 - 320 209 4082
email: Probci.sas@hotmail.com

CONTRATO N° 4933-24

OBJETO: “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS OFICIALES INTECOBRA, TÉCNICO DE COMERCIO Y JOSÉ ANTONIO GALÁN DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER”

VOLUMEN 2: GEOTECNIA (ESTUDIO DE SUELOS).

COMPONENTE 1: “ESTUDIOS Y DISEÑOS EN ZONA DEPORTIVA, BATERÍAS DE BAÑOS, COCINA Y SALÓN COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ANTONIO GALÁN EN EL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA.”

DISTRITO DE BARRANCABERMEJA – DEPARTAMENTO DE SANTANDER
FECHA: MAYO 2025

Barrancabermeja, abril de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Señores:

Distrito de Barrancabermeja

Certifico que he realizado el ESTUDIO DE SUELO para la institución educativa JOSE ANTONIO GALÁN del objeto de consultoría **"ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS OFICIALES INTECOBA, TÉCNICO DE COMERCIO Y JOSE ANTONIO GALAN DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER."**, a construirse en el distrito de Barrancabermeja, Departamento de Santander, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes establecidos en la norma Técnica Colombiana y demás normas colombianas vigentes, y cuyos resultados se encuentran consignados en los informe.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi tarjeta profesional y original del certificado de vigencia y antecedentes profesionales.

NEYER BAREÑO LEON
M.P. No. 68202-180667
CC 91.542.253
Ingeniero Civil, Msc en Geotecnia

Notaría Primera
Barrancabermeja (Stder)

DILIGENCIA DE PRESENTACIÓN PERSONAL Y RECONOCIMIENTO DE CONTENIDO Y FIRMA
Verificación Biométrica Decreto-Ley 019 de 2012

El Notario Primero del Círculo de Barrancabermeja Stder Certifica que el anterior escrito dirigido a: , fue presentado personalmente por

BAREÑO LEON NEYER

Quien se identificó con la **C.C. 91542253**

y además declara que el contenido del presente documento es cierto y la firma y huella que lo autoriza fueron puestas por el(la) compareciente. El compareciente solicitó y autorizó el tratamiento de sus datos personales al ser verificada su identidad cotejando sus huellas digitales y datos biográficos contra la base de datos de la Registraduría Nacional del Estado Civil.

Barrancabermeja Stder., 2025-05-14 10:38:39

www.notariaenlinea.com
Cod. Verificación
uuutx

X
FIRMA

DARIO FRANCISCO ALVAREZ CASTRO
NOTARIO PRIMERO DEL CIRCULO DE BARRANCABERMEJA





Valido solo para tramite de licencia de construccion


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
68202180667STD
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 28/01/2010
NEYER
BARENO LEON
C.C. 91542253
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER
PRESIDENTE DEL CONSEJO

Ney-B

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería
COPNIACOPNIACOPNIACO

ARINCO ESTUDIO S.A.S

CONSULTORIA EN INGENIERIA Y
GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS
Y PAVIMENTOS

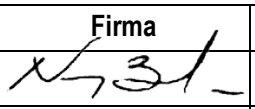
ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO JOSE ANTONIO GALAN DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA SANTANDER

ENERO **202**5

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO JOSE ANTONIO GALAN DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA SANTANDER

Versión	Control de cambios	Fecha
A	Versión inicial	27-01-2025

Versión	Elaboró	M.P	Firma	Fecha
0	Ing. Neyer Bareño, Msc	68202180667		27-01-2025

INFORME FINAL

CÓDIGO: 1672-24

ENERO **202**5

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 8
1.1 INTRODUCCIÓN 8
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE 8
1.2.1 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS 8
1.3 ALCANCE 9
1.4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 10
1.5 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 11
2. ACTIVIDADES REALIZADAS E INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 13
2.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE 13
2.2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 13
2.2.1 METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE LAS PERFORACIONES 19
2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 20
3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOLÓGICAS DEL SITIO 22
3.1 GEOLOGÍA 22
3.1.1 Formación Real 23
3.1.2 Miembro Inferior Conglomerático (N2Q1-Smc) 23
3.1.3 Miembro Superior Lodoso y Arenoso (N2Q1-Sml) 23
3.1.4 Depósitos del Cuaternario 23
3.1.5 Depósitos de Terraza 23
3.1.6 Depósitos lagunares (Qla) 24
3.1.7 Depósitos de terrazas aluviales (Qta) 24
3.1.8 Depósitos aluviales recientes (Qar) 24
3.1.9 Llenos de origen antrópico (Llen) 24
3.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 25
3.3 SISMICIDAD DE LA ZONA 26
3.3.1 ZONA DE AMENAZA SÍSMICA 27
3.3.2 PERFIL DE SUELO 28
3.3.3 CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO PARA EL SITIO ESTUDIADO 29
3.3.4 VALORES DE Fa y Fv 29

3.3.5 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA 31
4. CRITERIOS DE DISEÑO Y METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 32
4.1 CRITERIOS DE DISEÑO 32
4.1.1 CIMENTACIÓN SUPERFICIAL 32
4.2 METODOLOGÍAS PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 35
4.2.1 PROPIEDADES ÍNDICE 35
4.2.2 PARAMETROS DE RESISTENCIA 35
4.2.3 PARAMETROS DE DEFORMABILIDAD 36
5. RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y ENSAYOS DE LABORATORIO 37
5.1 PERFORACIONES 37
5.2 ENSAYOS DE LABORATORIO 40
6. ESTRATIGRAFÍA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 41
6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO 41
6.1.1 ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ (Estrato 1) (0.00 a 2.00 m) 41
6.1.2 ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO (Estrato 2) (2.00 a 6.00 m) 41
6.2 PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES 41
6.3 NIVEL FREÁTICO 43
6.4 EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTOS ESPECIALES 43
6.4.1 POTENCIAL DE EXPANSIÓN 43
6.4.2 POTENCIAL DE COLAPSO 44
6.4.3 POTENCIAL DE LICUACIÓN 45
7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN 46
7.1 PERFIL DE DISEÑO 46
7.2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN 48
7.2.1 Tipo de cimentación y profundidad de desplante 48
7.2.2 Capacidad de carga con cimentación superficial 48
7.3 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE 55
AREA DE CUBIERTA 55
AREA DE COMEDOR 56
7.4 CALCULO DE FACTORES DE SEGURIDAD 57

7.5 MODULO DE REACCIÓN VERTICAL O COEFICIENTE DE BALASTO 59
7.6 COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO (KA) y pasivo (kp) 59
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60
8.1 ESTABILIDAD GENERAL DEL SITIO 60
8.2 TIPO DE CIMENTACIÓN Y NIVEL DE CIMENTACIÓN 60
8.3 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE 60
8.4 MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL O COEFICIENTE DE BALASTO 61
8.5 COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO (KA) y pasivo (kp) 61
8.6 SISMICIDAD DE LA ZONA 62
8.7 PROTECCIÓN PARA PREDIO CIRCUNVECINOS 63
8.7.1 Excavaciones para cimentación 63
8.7.2 Actas de vecindad 63
8.8 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 64
8.9 MATERIAL DE RELLENO 65
8.9.1 FUENTES DE MATERIALES AUTORIZADAS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL 67
Características de una escombrera autorizada: 68
8.10 PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN 70
9. REFERENCIAS 71

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1. Localización general de proyecto. 10
Figura 1-2. Especificación de numero de sondeos y concepto de efecto por repetición. 12
Figura 2-1. Especificación de profundidad mínima de sondeos al encontrar material firme/denso o roca. 14
Figura 2-2. Ubicación de Sondeos. 15
Figura 2-3. Fotografías de la ejecución de sondeos por parte de ARINCO. 18
Figura 2-4 Esquema de perforación con SPT. 20
Figura 2-5. Laboratorio de materiales de ARINCO S.A.S. 21
Figura 3-1. Mapa geológico del sector en estudio (tomado de MAPA GEOLOGICO MAPA GEOLÓGICO DETALLADO DEL AREA URBANA DE BARRANCABERMEJA). 22
Figura 3-2. Esquema geo estructural del valle del magdalena (MAPA GEOLOGICO MAPA GEOLÓGICO DETALLADO DEL AREA URBANA DE BARRANCABERMEJA 25
Figura 3-3. Zonas de amenaza sísmica según NSR-10 en función de Aa y Av. 26

Figura 3-4. Mapas de coeficiente de amplificación por efectos de sitio. 27
Figura 4-1. Ecuaciones empleadas para la estimación de la capacidad portante. 33
Figura 5-1. $(N)_{60}$ en profundidad obtenido en el ensayo de penetración estándar (SPT) 39
Figura 7-1. Perfil de diseño adoptado. 47
7-2. Figura Capacidad de soporte a 1.50 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0. 55
7-3. Figura Capacidad de soporte a 1.20 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0. 56
Figura 8-1. . Entibado de madera para las excavaciones 63
Figura 8-2. Requisitos de los materiales para terraplenes. Fuente: Tabla 220-1 del Artículo 220-13 de la Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVAS 65
Figura 8-3. Requisitos del material SUBBASE GRANULAR. Fuente: Artículos 300 y 320 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 del INVIAS. 66
Figura 8-4. UBICACIÓN DE CANTERA LA PAYOA 68
Figura 8-5. LA ESTERLINA (INVERCON G&GLTDA) 69

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-1. Clasificación de las unidades de construcción por categorías 11
Tabla 2-1. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Categoría de la unidad de construcción. 13
Tabla 2-2. Coordenadas de las perforaciones ejecutada por ARINCO. 14
Tabla 2-3. Cantidades y normas de ensayos de laboratorio. 21
Tabla 3-1. Valores de Aa, Av, Ae y Ad de acuerdo con la NSR-10. 27
Tabla 3-2. Clasificación de los perfiles de suelo de acuerdo con la NSR-10. 28
Tabla 3-3. Criterios para definir el perfil de suelo de la zona de estudio. 29
Tabla 3-4. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. 30
Tabla 3-5. Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro. 30
Tabla 4-1. Factores de Seguridad indirectos Mínimos - Capacidad portante de cimientos superficiales 33
Tabla 4-2. Factores de Seguridad indirectos Mínimos - Deslizamiento y volcamiento. 34
Tabla 4-3. Correlaciones para determinar parámetros mecánicos de suelos granulares a partir del SPT 36
Tabla 4-4. Correlaciones para determinar parámetros mecánicos de suelos granulares a partir del SPT. 36
Tabla 5-1. Perfil estratigráfico encontrado en el Sondeo 1, 2, 3, 4, 5 y 6 37
Tabla 5-2. Descripción cualitativa de la densidad relativa de materiales granulares. 38
Tabla 5-3. Valores de (Ncampo) obtenidos del ensayo de penetración estándar (SPT) 38
Tabla 5-4. Valores de $(N)_{60}$ obtenidos del ensayo de penetración estándar (SPT) 39
Tabla 5-5. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio obtenidos. 40
Tabla 6-1. Correlación NSPT vs Angulo de fricción. 42
Tabla 6-2. Parámetros de resistencia adoptados para los materiales del sitio. 42
Tabla 6-3. Clasificación de suelos expansivos 43

Tabla 6-4. Análisis cualitativo del potencial de expansión. 44
Tabla 7-1. Datos de entrada para cálculo de capacidad de soporte por método de falla de rotura. 49
Tabla 7-2. Capacidad de soporte por método de falla de rotura para una profundidad de cimentación de 1.50 m, factor de seguridad de 3.0 y relación de L/B igual a 1.0. 50
Tabla 7-3. Capacidad de soporte por método de falla de rotura para una profundidad de cimentación de 1.20 m, factor de seguridad de 3.0 y relación de L/B igual a 1.0. 51
Tabla 7-4. Asentamientos inmediatos para una profundidad de desplante de 1.50 m y L/B igual a 1.0..... 53
Tabla 7-5. Asentamientos inmediatos para una profundidad de desplante de 1.20 m y L/B igual a 1.0..... 54
Tabla 7-6. Capacidad de soporte a 1.50 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0. 55
Tabla 7-7. Capacidad de soporte a 1.20 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0. 56
Tabla 7-8. Factores de Seguridad indirectos Mínimos - Capacidad portante de cimientos superficiales 58
Tabla 7-8. Módulo de reacción vertical o de balasto..... 59
Tabla 7-9. Coeficientes de empuje de tierra activo (Ka) y pasivo (Kp) 59
Tabla 8-1. Parámetros sísmicos de diseño para la zona de estudio..... 62

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Este informe presenta el desarrollo, resultados y conclusiones del estudio de suelos para las recomendaciones geotecnias generales de cimentación y construcción de la ESTRUCTURA CUBIERTA Y ESTRUCTURA EN EL AREA DE ALIMENTACION PARA EL PROYECTO ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO JOSE ANTONIO GALAN DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA SANTANDER.

Este estudio se llevó a cabo siguiendo las prácticas convencionales de la ingeniería geotécnica, en estricta conformidad con los requisitos establecidos por la Norma Sismo Resistente NSR-10. En conformidad con la mencionada normativa actualizada, el análisis geotécnico abarca un conjunto integral de actividades, que incluyen el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo y los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para la instalación, diseño y construcción de las estructuras en contacto con el suelo. Estas medidas se implementan con el objetivo primordial de asegurar un comportamiento estructural adecuado, priorizando la salvaguarda de la integridad de las personas ante posibles fenómenos externos. Además, se busca proteger de manera integral las vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones colindantes.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.2.1 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS

El objetivo central de este estudio es desarrollar recomendaciones precisas para la cimentación y construcción de cubierta para polideportivo y áreas de servicio. Esto implica la determinación rigurosa de la capacidad de carga admisible y la profundidad de cimentación, considerando minuciosamente las condiciones del suelo identificadas en el área de estudio. El enfoque principal se dirige hacia la salvaguarda integral de estas estructuras, estableciendo criterios estrictos que aseguren una resistencia adecuada frente a las cargas a las que estarán sometidas.

Con el fin de cumplir con este objetivo principal, se han delineado los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una Campaña de Exploración de Campo: Llevar a cabo una exhaustiva exploración de campo con la extracción de muestras mediante métodos de percusión y rotación, garantizando así la cobertura de suelos blandos/sueltos y suelos duros/densos.

- Definir Parámetros Geotécnicos: Establecer con precisión los parámetros geotécnicos de los materiales que conforman el subsuelo en la zona de estudio, proporcionando una base sólida para los análisis subsiguientes.
- Realizar Análisis y Diseño Geotécnico: Ejecutar análisis detallados y el diseño geotécnico pertinente, integrando los datos recopilados para evaluar la estabilidad y comportamiento del suelo bajo las condiciones específicas del proyecto.
- Establecer Recomendaciones Generales de Cimentación: Formular recomendaciones claras y fundamentadas para la cimentación del proyecto, considerando los resultados de los análisis y diseñando estrategias que aseguren la seguridad y durabilidad de las estructuras.

Este conjunto de objetivos específicos se alinea de manera coherente con el propósito general del estudio, proporcionando una estructura integral para la consecución de recomendaciones de cimentación robustas y confiables.

1.3 ALCANCE

El alcance de este informe geotécnico se orienta hacia la evaluación exhaustiva de las condiciones del subsuelo con el fin de proporcionar recomendaciones fundamentadas para la cimentación de las estructuras contempladas en el proyecto. Este análisis abarcará las siguientes actividades y consideraciones:

- Reconocimiento del Sitio: Se llevará a cabo un detallado reconocimiento de campo para obtener información precisa sobre las características superficiales del terreno y cualquier elemento geológico evidente.
- Investigación del Subsuelo: Se realizarán estudios geotécnicos que incluyan perforaciones y sondeos para obtener datos sobre la composición y estratificación del subsuelo. Estos análisis se llevarán a cabo conforme a las normativas geotécnicas vigentes.
- Análisis de Datos: Se procesarán y analizarán los datos recopilados para identificar posibles variaciones en la resistencia y comportamiento del suelo a diferentes profundidades.
- Parámetros de Diseño: Se establecerán parámetros de diseño específicos, tales como la capacidad de carga admisible y la profundidad de cimentación, considerando las condiciones geotécnicas del sitio.
- Recomendaciones Geotécnicas: Con base en los resultados obtenidos, se proporcionarán recomendaciones claras y detalladas para la cimentación de las estructuras, teniendo en cuenta aspectos como la elección de tipos de cimentación, medidas de mitigación de riesgos y cualquier consideración especial derivada de las condiciones del suelo.

1.4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

EL CENTRO EDUCATIVO JOSE ANTONIO GALAN se encuentra ubicado en la CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO del municipio de Barrancabermeja, el cual está ubicado en el departamento de Santander, el cual se ubica en la orilla del río Magdalena, en la parte occidental del departamento de Santander. Dista 101 km de Bucaramanga hacia el este. Se encuentra a 650 kilómetros de la capital del departamento. En la Figura 1-1 se presenta la localización general.



Figura 1-1. Localización general de proyecto.

1.5 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto está conformado por dos estructuras:

1 cubierta para polideportivo de área aproximada 600m2

2. Estructura para comedor de área aproximada 200m2

La formal del lote es aproximadamente rectangular, relativamente plano con desniveles máximos del orden de 0,10m.

CARGAS DE SERVICI PARA CADA ESTRUCTURA

A continuación, se presentan las cargas de servicio aportadas por el Ing. Estructural.

M1-COMEDOR		
	S3 D+H+F+Lr	
Carga de servicio	180.6405	KN
M2-POLIDEPORTIVA		
	S6B D+H+F+0.7Ex-0.21Ey	
Carga de servicio	244.8263	KN

Para la clasificación del proyecto de acuerdo con los lineamientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, el proyecto clasifica como categoría Baja, debido a que los niveles de construcción no superan los tres niveles y las cargas por columna son menores de 800 kN.

Tabla 1-1. Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Fuente: Adaptado de la Tabla H.3.1-1 del Título H de la NSR,2010

H.3.1 — UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN.

Se define como unidad de construcción

(a) Una edificación en altura,
(b) Grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40 m,
(c) Cada zona separada por juntas de construcción,
(d) Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m
(e) Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.

Para los casos donde el proyecto exceda las longitudes anotadas, se deberá fragmentar en varias unidades de construcción, por longitudes o fracción de las longitudes.

H.3.2.6 — NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS — Para definir el número de sondeos en un proyecto, se definirán Inicialmente las unidades de construcción de acuerdo con las normas dadas en el numeral H.3.1.1. En todos los casos el número mínimo de sondeos para un estudio será de tres (3) y para definir el número se debe aplicar el mayor número de sondeos resultante y el número de unidades de construcción.

Los sondeos realizados en la frontera entre unidades adyacentes de construcción de un mismo proyecto, se pueden considerar válidos para las dos unidades siempre y cuando domine la mayor profundidad aplicable.

Efecto por repetición — Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción.

Figura 1-2. Especificación de numero de sondeos y concepto de efecto por repetición.

Número de unidades: 2 unidades de construcción

Numero de sondeos: Teniendo en cuenta el capítulo H.3.2.6 de la NSR-10. Para cada unidad de construcción se realizaron 3 sondeos para un total de 6 sondeos a 6.0m de profundidad.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS E INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Para llevar a cabo este estudio geotécnico, fue necesario realizar las actividades que se describen a continuación:

2.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

El contratante u otras fuentes suministraron a ARINCO, la siguiente información:

- Descripción general del proyecto.
- Plano general del proyecto, con ubicación de sus estructuras.
- Características y cargas de las estructuras más relevantes del proyecto.

2.2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

La campaña de exploración se definió con base en lo definido en la sección H.3.2.3. de la NSR-10, la cual menciona el número mínimo de sondeo de exploración que deben efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto. Esto se define basados en la categoría de una unidad de construcción definida en la Tabla 1-1. En el caso específico de la estructura en estudio, esta ha sido clasificada como de categoría baja. En consecuencia, se estableció la necesidad de llevar a cabo un mínimo de 3 sondeos, cada uno con una profundidad de 6,0 metros, de acuerdo con las pautas presentadas en laTabla 2-1.

Tabla 2-1. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Categoría de la unidad de construcción.

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad mínima de sondeos: 6.0 m. Número mínimo de sondeos: 3.	Profundidad mínima de sondeos: 15.0 m. Número mínimo de sondeos: 4.	Profundidad mínima de sondeos: 25.0 m. Número mínimo de sondeos: 4.	Profundidad mínima de sondeos: 30.0 m. Número mínimo de sondeos: 5.

Fuente: Adaptado de la Tabla H.3.1-2 del Título H de la NSR, 2010.

Adicional a lo planteado en la Tabla 2-1, para definir la cantidad mínima de sondeos, su distribución y profundidad mínima, se consideró lo mencionado en los numerales H.3.2.4 (características y distribución de los

sondeos), H.3.2.5. (profundidad de los sondeos) y H.3.2.6 (número mínimo de sondeos), del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente del año 2010.

Con base en lo mencionado previamente y con el fin de corroborar la estratigrafía de la zona en estudio, así como las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que lo conforman, se realizó una investigación geotécnica en campo que consistió en cuatro (4) perforaciones por percusión con recuperación de muestras con profundidades máximas de 6.0 m, algunos de ellos a profundidades menores por rechazo presentado por el suelo. Esto se valida de acuerdo con apartado "(d)" del numeral H.3.2.5, el cual plantea lo presentado en la

(d) En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla A.2.4.4-1 del Título A de este Reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:

- Categoría Baja: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;
- Categoría Media, penetrar un mínimo de 2 metros en dichos materiales, o dos veces el diámetro de los pilotes en éstos apoyados;
- Categoría Alta y Especial, penetrar un mínimo de 4 metros o 2.5 veces el diámetro de pilotes respectivos, siempre y cuando se verifique la continuidad de la capa o la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.

Figura 2-1. Especificación de profundidad mínima de sondeos al encontrar material firme/denso o roca.

Fuente: Apartado "d" del numeral Tabla H.3.2.5 del Título H de la NSR, 2010.

En la tabla 2-2 se presentan las coordenadas de las exploraciones realizadas por ARINCO.

Tabla 2-2. Coordenadas de las perforaciones ejecutada por ARINCO.

SONDEO	COORDENADAS		PROFUNDIDAD
	NORTE	OESTE	m
S-1	7° 4'2.37"N	73°51'52.59"O	6.0
S-2	7° 4'1.52"N	73°51'52.05"O	6.0
S-3	7° 4'1.08"N	73°51'52.60"O	6.0
S-4	7° 4'1.23"N	73°51'51.85"O	6.0
S-5	7° 4'1.32"N	73°51'56.58"O	6.0
S-6	7° 4'1.41"N	73°51'31.15"O	6.0

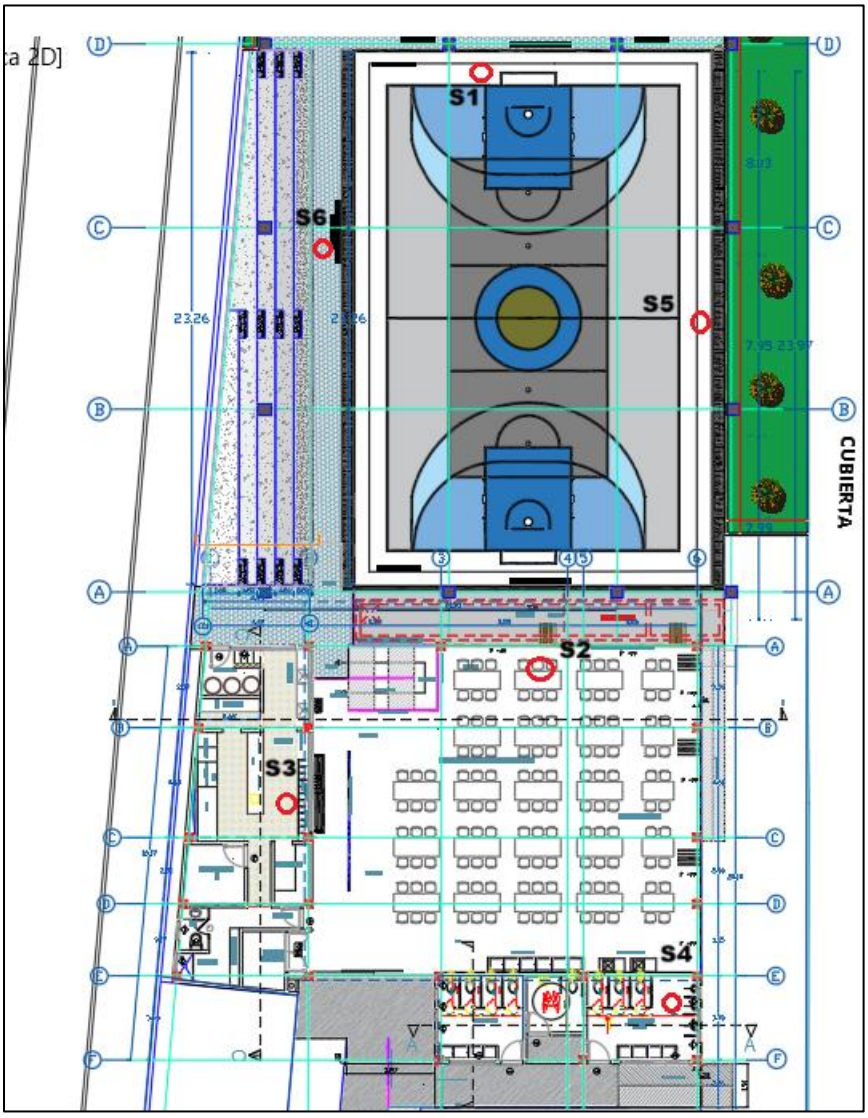


Figura 2-2. Ubicación de Sondeos.

En la Figura 2-3 se presentan fotografías de la ejecución de los seis (6) sondeos descritos previamente.



(a) Sondeo 1



(b) Sondeo 2



(c) Sondeo 3



(d) Sondeo 4



(e) Sondeo 5



(f) Sondeo 6

Figura 2-3. Fotografías de la ejecución de sondeos por parte de ARINCO.

2.2.1 METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE LAS PERFORACIONES

Las perforaciones se ejecutaron a partir de la superficie, mediante el hincado de tubería AW a percusión según ensayo de penetración estándar SPT. Durante las exploraciones se extrajeron muestras alteradas e inalteradas a diferentes profundidades, con el fin de realizar una descripción visual-manual y posteriores ensayos en laboratorio.

Las muestras obtenidas con el ensayo SPT (toma-muestras tipo cuchara partida o "split spoon") se utilizaron para clasificación e identificación, y con el resultado del ensayo se obtuvo una guía de la resistencia in situ del suelo a lo largo de la profundidad explorada. Los suelos finos o cohesivos, donde su resistencia lo permitiera, fueron muestreados con tubos de pared delgada tipo "shelby", según lo descrito en la norma ASTM D 1587-94. Las muestras extraídas de esta manera pueden ser consideradas como "inalteradas" y son útiles para pruebas avanzadas en el laboratorio.

Para la extracción de muestras rocosas y/o suelos demasiado duros para ser muestreados según los procedimientos descritos anteriormente, se utilizaron barrenas triple tubo y procedimientos de perforación apegados a la Norma ASTM D 2113-83 (Práctica Estándar Para la Extracción de Núcleos de Roca y Muestreo de Roca Para Exploración de Sitio).

En cada perforación se tomaron muestras a intervalos regulares y/o en cada cambio de estrato según lo descrito por las normas ASTM D 420-93 (Investigación de Suelos y Rocas Para Propósitos de Ingeniería). Estos intervalos son de 0.5 m para percusión (SPT) y de 1.0 m a 1.5 m para barrenas. Para conseguir el intervalo de 0.5 m en la ejecución del ensayo SPT se sigue el procedimiento que se indica a continuación. El muestreador estándar se inserta en el suelo a golpes con la caída de la pesa indicada en la norma ASTM mencionada anteriormente. La inserción total del muestreador es de 45 cm, anotándose el número de golpes necesario para hincar tramos de 15 cm. Posteriormente, la cavidad interior es lavada en un avance de 50 cm (45 cm ocupados por el SPT y 5 cm destruidos para mantener consistencia métrica). Un esquema de este proceso de perforación se muestra en la Figura 2-4.

Las muestras extraídas fueron descritas en campo teniendo en cuenta lo contemplado en la Norma ASTM D-2488 (Procedimiento Visual-Manual Para Descripción e Identificación de Muestras de Suelos), para luego ser transportadas y almacenadas en el laboratorio siguiendo lo descrito en la Norma ASTM D 4220-95 (Prácticas Estándar Para la Preservación y el Transporte de Muestras de Suelo) y ASTM D 5079-90 (Prácticas Estándar Para la Preservación y el Transporte de Muestras de Rocas Básicas).

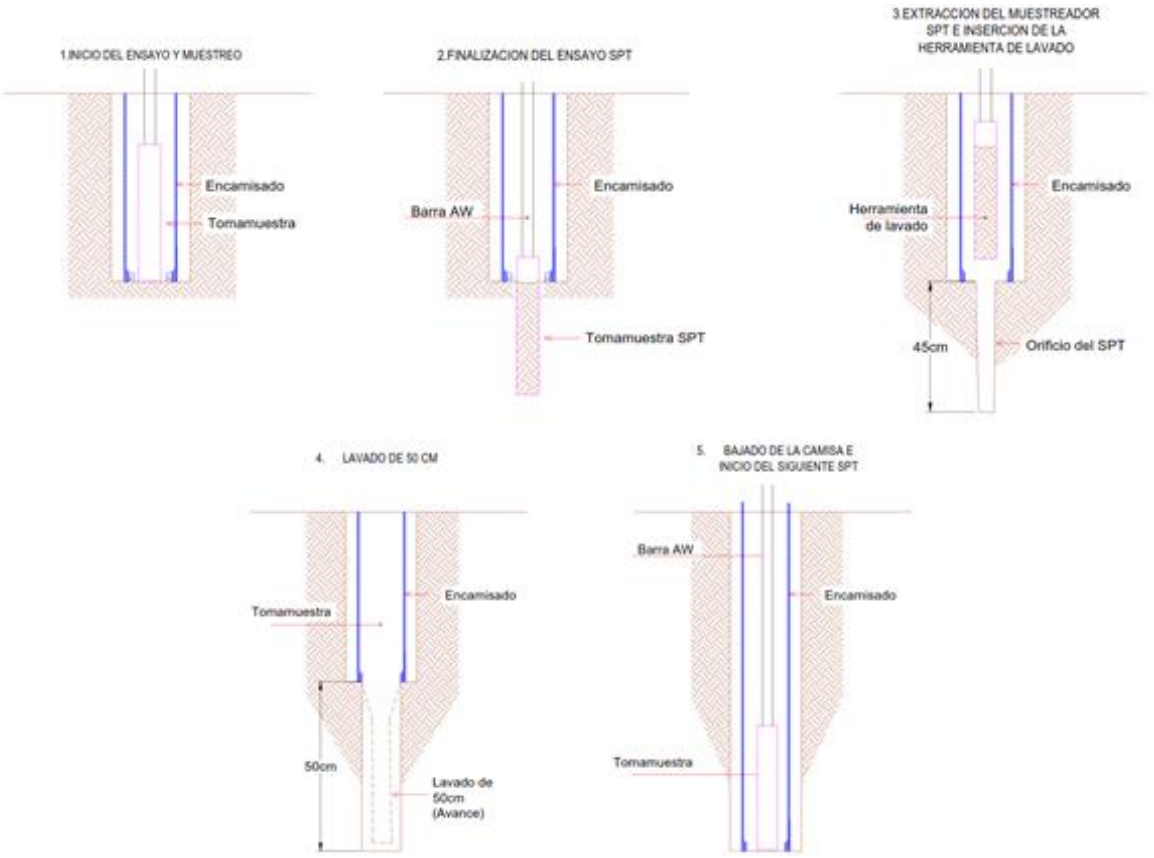


Figura 2-4 Esquema de perforación con SPT.

2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la caracterización geotécnica de los materiales que conforman los diferentes estratos, se seleccionaron algunas muestras y se realizaron ensayos de propiedades índices y de resistencia, tales como contenido de humedad, análisis granulométrico y límites de consistencia

Todos estos ensayos fueron ejecutados en el laboratorio que se muestra en la Figura 2-5, en la cantidad y cumpliendo con las normas de ensayo que se relacionan en la Tabla 2-3. El detalle de estos resultados es presentado en los anexos de este informe.



Figura 2-5. Laboratorio de materiales de ARINCO S.A.S.

Tabla 2-3. Cantidades y normas de ensayos de laboratorio.

ENSAYO DE LABORATORIO	NORMA	CANTIDAD
Humedad natural	ASTM D2216	6
Granulometría por tamizado	ASTM D6913	6
Límites de consistencia (LL y LP)	ASTM D4318	6

3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y GEOLÓGICAS DEL SITIO

3.1 GEOLOGÍA

El sitio en estudio se encuentra en zona urbana de Barrancabermeja el cual está conformado por Terrazas escalonadas de la formación de la Mesa (Terciario Plioceno), la cual sirve de basamento a la mayor parte de la ciudad. La Formación está compuesta por arcillas negras macizas y areniscas friables, conglomerados y gravas de escasa cementación, que forman las terrazas altas. El espesor del grupo llega hasta unos 250 metros. Su datación se aproxima a que sea del Pleistoceno (Ministerio de Minas y Petróleos). Bajo de la formación Mesa se encuentra, el Grupo Real (Tmr), que aflora en ciertos sectores de la ciudad (especialmente hacia el nororiente y las afueras).

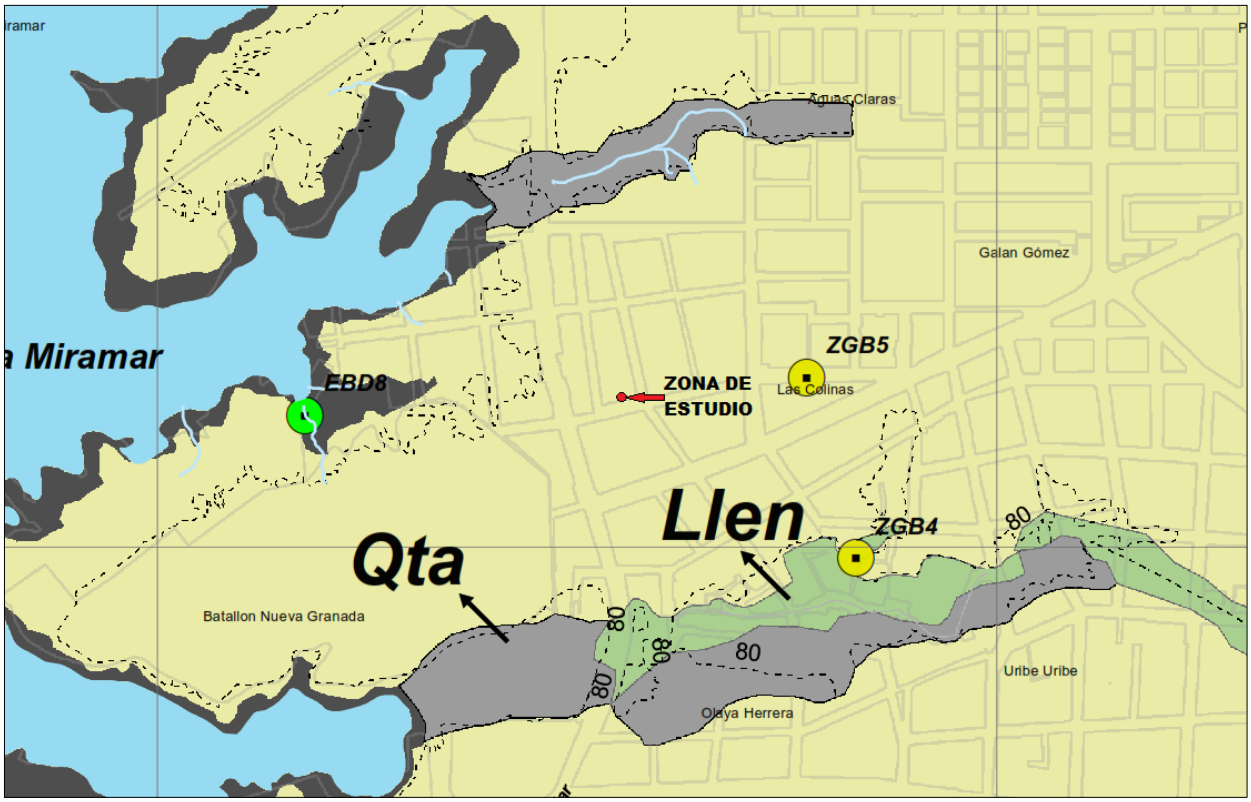


Figura 3-1. Mapa geológico del sector en estudio (tomado de MAPA GEOLOGICO MAPA GEOLÓGICO DETALLADO DEL AREA URBANA DE BARRANCABERMEJA).

3.1.1 Formación Real

Es una secuencia de rocas sedimentarias integrada por lodolitas y areniscas de grano fino, en matriz amarillenta, rojiza gris y verde, en ocasiones con alto contenido de materia orgánica, con pirita, que aflora como ventanas de erosión en varias franjas pequeñas dentro de la ciudad de Barrancabermeja. Presenta restos carbonosos y troncos fosilizados (xilópalos), que fueron evidenciados en el sector nororiental de la quebrada las Camelias en el año 1996, hoy día sepultados por su canalización. De acuerdo con Gómez et al. (2015) el grupo regionalmente equivaldría a lo simbolizado como n4n6-Sc (parte superior del Mioceno), que posee arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso conglomerados.

3.1.2 Miembro Inferior Conglomerático (N2Q1-Smc)

Esta unidad ocupa 983 hectáreas del área estudiada y se extiende principalmente desde la parte baja de las mesas orientales hasta el occidente, en donde esta construido el hotel pipaton. La unidad inferior de la Formación Mesa consta típicamente de conglomerados de guijos y guijarros, con menor presencia de gránulos, variando en algunos sectores hacia areniscas conglomeráticas (armazón areno-soportada), con intraclastos lodosos hacia el oriente urbano, en matriz típicamente meteorizada y moderadamente friable, de colores rojizo-anaranjada, pardo-rojiza y localmente rosado-blanquecina. Su espesor litológico no sobrepasa los 20 m.

3.1.3 Miembro Superior Lodoso y Arenoso (N2Q1-Sml)

El Miembro Superior de la Formación Mesa consta de una secuencia de rocas detriticas lodosas (limolitas y arcillolitas) potentes, consolidadas y meteorizadas; son muy abigarradas, predominando los colores rojizos, rosados, anaranjados hasta blanquecinos, conforme las Fotos 16 a 18. Esta unidad litológica ocupa 1224 hectáreas cartográficas, cuyo espesor litológico urbano es de 15 m.

3.1.4 Depósitos del Cuaternario

Se describen aquí las acumulaciones sedimentos del cuaternario, por su distribución, genesis y edad estratigráfica relativa, de mas antiguo a mas reciente. Dichos depósitos se simbolizaron como Qrm, Qla, Qta, Qar y Llen, en el mapa geológico del área urbana de Barrancabermeja.

3.1.5 Depósitos de Terraza

Está compuesta por arenas finas limosas grises u oscuras, limos arcillosos y arenosos también grises y oscuros, además presenta gravas finas a gruesas con matices de arcilla o limo arenoso y lentes de materia orgánica con un espesor de hasta 76m.

3.1.6 Depósitos lagunares (Qla)

Abarca a los materiales finos (arenas de grano fino y muy fino, limos y arcillas), de colores oscuros e inconsolidados, acompañados de material vegetal (turbas), y asociados a los sistemas lacustres (ciénagas, lagunas y lagos), que amortiguan las crecientes sobre la margen derecha del río Magdalena, los cuales también reciben aportes de caudales líquidos y sólidos de la red hidrológica urbana. Representan a los depositos sedimentarios con mayor amplitud en la zona cartografiada, de superficie muy aplanada y cubiertos de vegetación típica de humedales: son muy comunes en los costados noroccidental y sur de la ciudad, con geometría irregular e Inter digitados, pues se adentran en los caños y drenajes juveniles urbanos (Foto 32). Son los depósitos del Cuaternario urbano más amplios, pues poseen 580 hectáreas, dentro de toda la zona cartografía.

3.1.7 Depósitos de terrazas aluviales (Qta)

Este tipo de depósitos sedimentarios constan de gravas, arenas y limos, de colores pardo-amarillentos y anaranjados. Ocupan los bajos topográficos y fondo de valles aluviales permanentes a efímeros dentro del suelo urbano de Barrancabermeja, que tributan sus aguas principalmente a las ciénagas desde el norte (San Silvestre) hasta el sur (caño Cardales). Por lo tanto, están ubicados topográficamente por encima de los depósitos lagunares (Qla), y han sido, progresiva y continuamente, rellenados por los sedimentos granulares a finos provenientes de la degradación de las laderas y taludes conformados por la Formación Mesa.

3.1.8 Depósitos aluviales recientes (Qar)

Están conformados por sedimentos con tamaño grava, desde granulo hasta guijarros, redondeados, con las mismas composiciones de los materiales gruesos antes descritos en la formación mesa, acompañados y/o embebidos en arenas y lodos.

3.1.9 Llenos de origen antrópico (Llen)

Integra a los materiales granulares a heterométricos, combinando escombros- urbanos (pavimentos, ladrillos, basuras, etc.), descapotes y principalmente de tipo natural, provenientes de las receberas de la Formación Mesa (gravas limosas o arcillosas) del antiguo matadero de Ecopetrol (al nororiente, aún activas) y de la vía al Llanito (minas del Coronel, al norte), sector hoy día ocupado por asentamientos e invasiones. Los principales llenos cartografiados se ubican entre las márgenes de la ciénaga Juan Esteban y la parte baja (orillas al sur) de la antigua zona céntrica, incluyendo a los barrios Arenales, San Francisco, la Playa, el Dorado, Cardales, muelle de pescadores y la Campana.

3.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En general el Valle del Magdalena medio se caracteriza al oriente por una faja de corrimiento que levanta las rocas más antiguas y las separa de la cordillera oriental, por la falla inversa de la salina, en una tectónica compresiva, mientras que al occidente hay una serie de fallas normales que definen su límite con la cordillera central, en un ambiente tectónico distensivo (Reyes y ramirez.1996). Según Mora las mediciones geodésicas indican que este sector del VMM y del bloque andino poseen tasas de movimiento de 16mm/año, con escape hacía en nor-noreste.

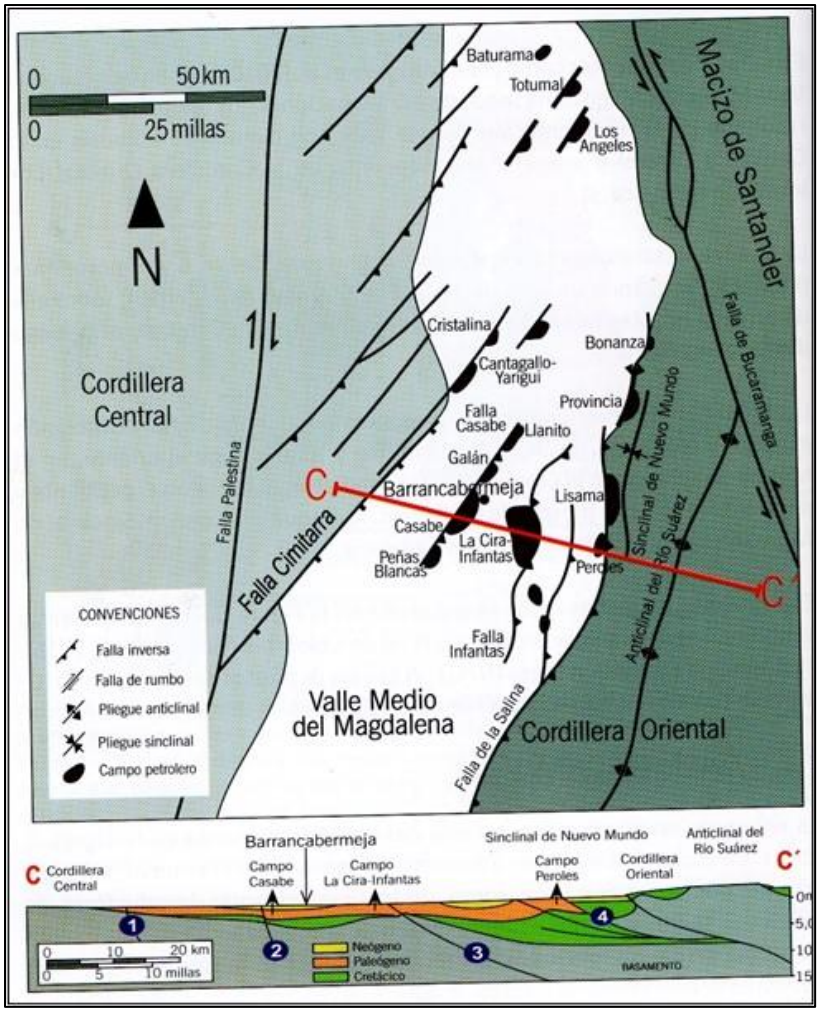


Figura 3-2. Esquema geo estructural del valle del magdalena (MAPA GEOLOGICO MAPA GEOLÓGICO DETALLADO DEL AREA URBANA DE BARRANCABERMEJA

.

3.3 SISMICIDAD DE LA ZONA

De acuerdo con el capítulo A2 del Reglamento NSR-10, para efectos del diseño sísmico de la estructura esta debe localizarse dentro de las zonas de amenaza sísmica baja, intermedia o alta y además deben utilizarse los movimientos sísmicos de diseño, los cuales se pueden expresar por medio de un espectro elástico de diseño o por medio de acelerogramas que cumplan los requisitos exigidos por la NSR-10.

Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración tipo efectiva representado por el parámetro Aa y de la velocidad pico efectiva representada por el parámetro Av.

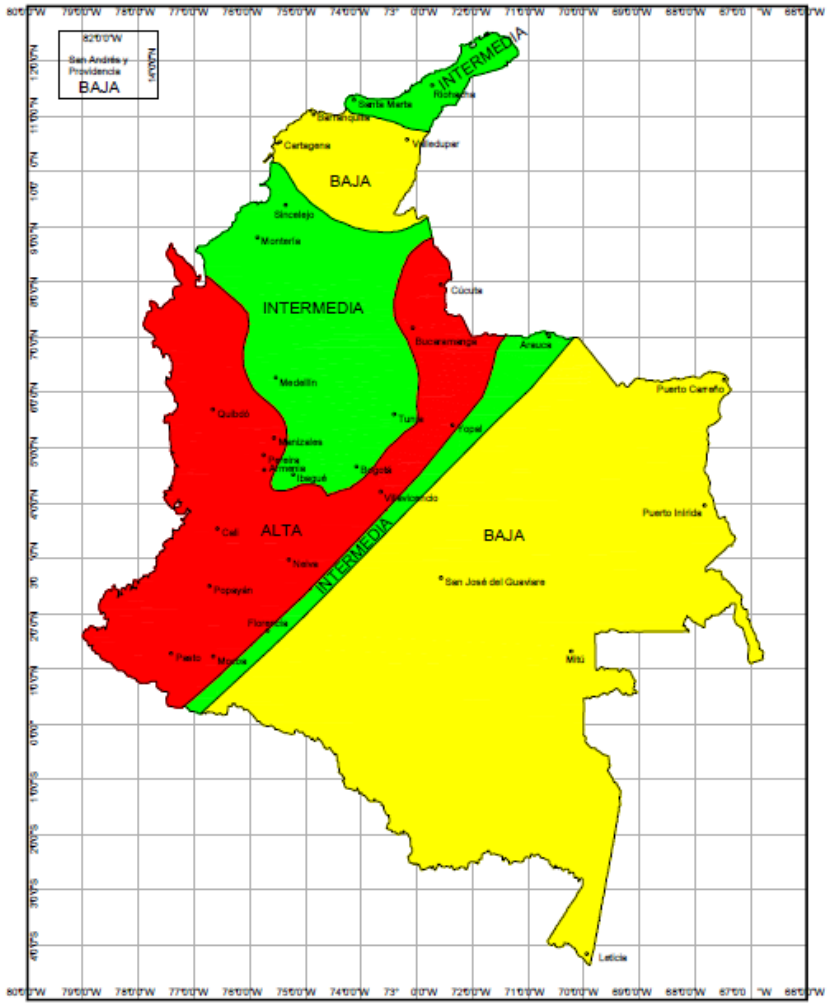
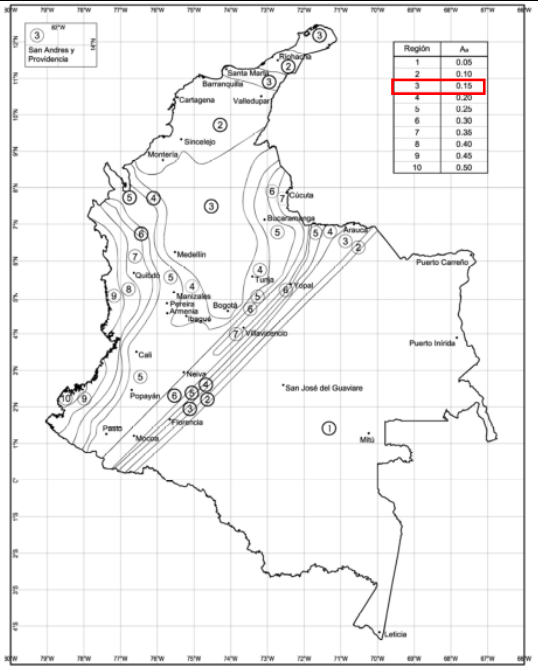


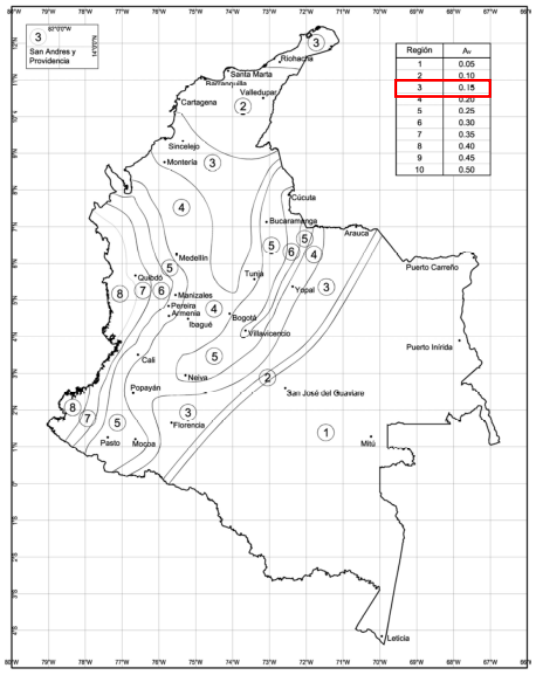
Figura 3-3. Zonas de amenaza sísmica según NSR-10 en función de Aa y Av.

3.3.1 ZONA DE AMENAZA SÍSMICA

De acuerdo con el mapa de amenaza sísmica, el municipio de Barrancabermeja se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia. Para determinar los valores de Aa y Av el Reglamento NSR-10 zonifica el país por regiones de acuerdo a los mapas siguientes.



(a) Mapa de valores Aa (coeficiente de aceleración pico efectiva en roca)



(b) Mapa de valores Av (coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva)

Figura 3-4. Mapas de coeficiente de amplificación por efectos de sitio.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

De acuerdo con los mapas de regiones y a la información del Apéndice A4, el Reglamento NSR-10 especifica los valores de Aa y Av indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3-1. Valores de Aa, Av, Ae y Ad de acuerdo con la NSR-10.

Municipio	Aa	Av	Zona de amenaza sísmica	Ae	Ad
Barrancabermeja	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04

3.3.2 PERFIL DE SUELO

Para determinar los efectos locales de los sismos, el reglamento NSR-10 define que el Ingeniero Geotecnista debe determinar el perfil de suelo a partir de los datos geotécnicos obtenidos. Se definen seis tipos de perfil de suelo los cuales se presentan en la tabla A.2.4-1 de la NSR-10. Los parámetros utilizados en la clasificación son los utilizados en los 30 metros del perfil de suelo para los perfiles A a E.

Tabla 3-2. Clasificación de los perfiles de suelo de acuerdo con la NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	**Vs** ≥ 1500 m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > **Vs** ≥ 760 m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > **Vs** ≥ 360 m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	**N** ≥ 50, o **Su** ≥ 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > **Vs** ≥ 180 m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > **N** ≥ 15, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²) > **Su** ≥ 50 kPa (≈ 0,5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	**Vs** <180 m/s
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈ 0,5 kgf/cm²) > **Su**
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: **F1** — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. **F2** — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). **F3** — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) **F4** — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

3.3.3 CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO PARA EL SITIO ESTUDIADO

En la Tabla 3-3 se presentan los criterios adoptados para definir el tipo de suelo de acuerdo con la clasificación especificada por la NSR-10.

Tabla 3-3. Criterios para definir el perfil de suelo de la zona de estudio.

$\bar{N}$ medio de golpes/pie para los 30 metros superiores del perfil de suelo por debajo del nivel de cimentación	$\bar{vs}$ medio de velocidad de onda de cortante Perfil de suelo para los 30 metros superiores del perfil de suelo por debajo del nivel de cimentación	Perfil de suelo
Más de 15	Más de 180	D

Los datos anteriores corresponden a los resultados obtenidos en los sondeos realizados.

De acuerdo con el NSR-10 (Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de suelo es **D**. El perfil de suelo D corresponde a perfiles de suelos rígidos, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante: 360 m/s > $\bar{v}s$ ≥ 180 m/s o perfiles de suelos rígidos, que cumplan con cualquiera de los dos criterios:

- $\bar{N}$ ≥ 15
- $\bar{Su}$ ≥ 50 kPa (≈ 0.5 $kgf/\ cm^2$)

Donde $\bar{N}$ es el valor medio del número de golpes/pie para los 30 metros superiores por debajo del nivel de cimentación.

3.3.4 VALORES DE Fa y Fv

En la Tabla 3-4 se presentan los valores del coeficiente Fa que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos cortos del orden de To. Para valores intermedios de Aa se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla 3-4. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa ≤ 0,1	Aa = 0,2	Aa = 0,3	Aa = 0,4	Aa ≥ 0,5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

En la siguiente tabla se dan los valores del coeficiente Fv que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos intermedios del orden de 1 s. Para valores intermedios de Av se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla 3-5. Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa ≤ 0,1	Aa = 0,2	Aa = 0,3	Aa = 0,4	Aa ≥ 0,5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Valares de coeficiente Fa y Fv

Fa=1,50

Fv=2,20

3.3.5 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

En esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia. Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes grupos de uso:

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1,50
III	1,25
II	1,10
I	1,00

4. CRITERIOS DE DISEÑO Y METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

4.1 CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se describen los criterios de diseño asociados a los factores de seguridad mínimos para diferentes escenarios de carga requeridos en los análisis de capacidad portante de cimientos superficiales y de estabilidad general para excavaciones temporales.

4.1.1 CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

En el diseño la cimentación se consideran los estados límite de falla del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación y los estados límites de servicio. De acuerdo con el numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (véase H.4.8, NSR-10).

4.1.1.1 Estado límite de falla

La capacidad de carga por resistencia al corte del suelo en su condición actual, toda vez que debe verificarse la posibilidad de cimentar la estructura de manera superficial, y si es necesario o no la implementación de una solución de cimentación más compleja. Debido a las propiedades de los materiales encontrados en las capas más superficiales en el sitio y a las características de las cargas aplicadas, la capacidad portante deberá revisarse por medio del criterio de cimientos superficiales apoyados sobre suelos granulares en condición drenada. Lo anterior debido a que esta representa la condición crítica de resistencia ante la aplicación de esfuerzos cortantes. Estos análisis se hicieron considerando la teoría clásica de Terzaghi, empleando la metodología de Brinch Hansen (1970) y los factores de corrección propuestos por Vesic (1973).

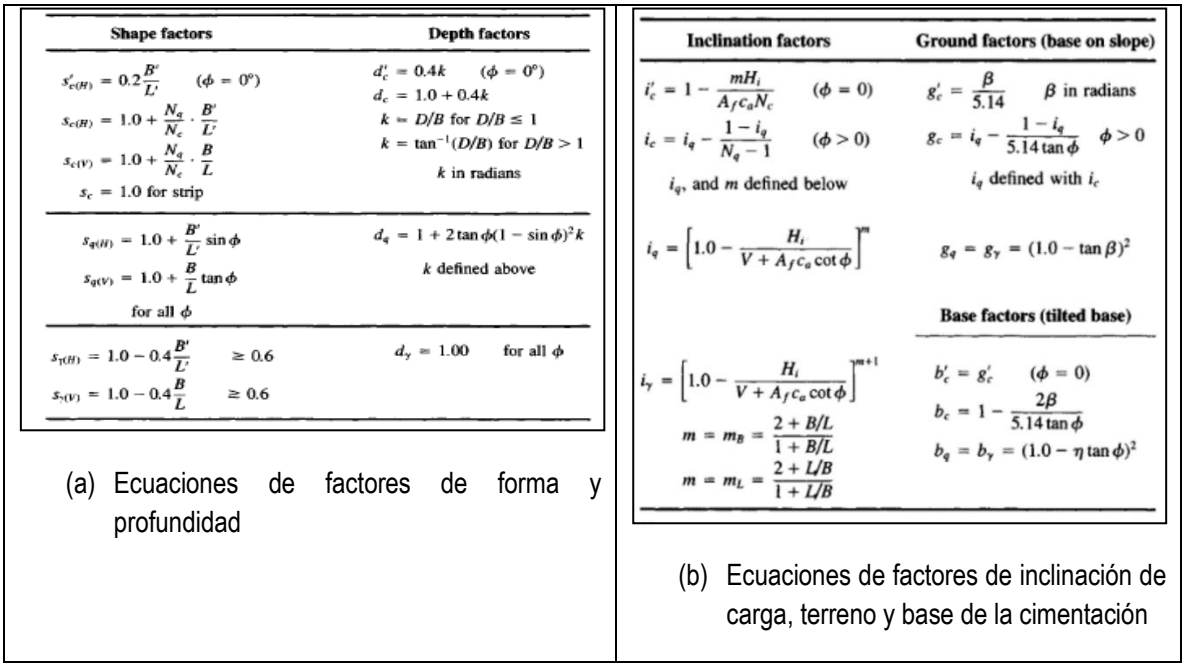
$$q_{ult} = cN_c s_c d_c\, i_c g_c b_c + qN_q s_q\, d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma N_\gamma s_\gamma\, d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Donde:

c: cohesión del suelo de fundación
q: sobrecarga al nivel de desplante de la cimentación.
γ: peso específico húmedo del suelo
Nc, Nq, Nγ: factores de capacidad de carga.
Sc, Sq, Sγ: factores de forma.
di, dq, dγ: factores de profundidad.
ic, iq, iγ: factores de inclinación de carga.

gc, gq, gγ: factores de inclinación de del terreno.
bc, bq, bγ: factores de inclinación de la base del cimiento.

A continuación, se muestran las ecuaciones de cada uno de los términos de la ecuación general de capacidad portante:



Shape factors	Depth factors
$s'_{c(H)} = 0.2\frac{B'}{L'}$ $(\phi = 0°)$	$d'_c = 0.4k$ $(\phi = 0°)$
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c}\cdot\frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c}\cdot\frac{B}{L}$	$k = D/B$ for $D/B \le 1$
$s_c = 1.0$ for strip	$k = \tan^{-1}(D/B)$ for $D/B > 1$
	k in radians
$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'}\sin\phi$	$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - \sin\phi)^2 k$
$s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L}\tan\phi$	k defined above
for all ϕ	
$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4\frac{B'}{L'} \ge 0.6$	$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ
$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4\frac{B}{L} \ge 0.6$	

(a) Ecuaciones de factores de forma y profundidad

Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i'_c = 1 - \frac{mH_i}{A_f c_a N_c}$ $(\phi = 0)$	$g'_c = \frac{\beta}{5.14}$ β in radians
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ $(\phi > 0)$	$g_c = i_q - \frac{1 - i_q}{5.14\tan\phi}$ $\phi > 0$
i_q, and m defined below	i_q defined with i_c
$i_q = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f c_a \cot\phi}\right]^m$	$g_q = g_\gamma = (1.0 - \tan\beta)^2$
	Base factors (tilted base)
$i_\gamma = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f c_a \cot\phi}\right]^{m+1}$	$b'_c = g'_c$ $(\phi = 0)$
$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$	$b_c = 1 - \frac{2\beta}{5.14\tan\phi}$
$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$	$b_q = b_\gamma = (1.0 - \eta\tan\phi)^2$

(b) Ecuaciones de factores de inclinación de carga, terreno y base de la cimentación

Figura 4-1. Ecuaciones empleadas para la estimación de la capacidad portante.

La capacidad portante admisible del suelo de fundación se obtendrá dividiendo la capacidad de carga última por un factor de seguridad asociado a la condición de carga estática o con sismo. Los factores de seguridad adoptados serán los de la Tabla H.4.7-1 de la NSR-10 (véase Tabla 4-1)

Tabla 4-1. Factores de Seguridad indirectos Mínimos - Capacidad portante de cimientos superficiales

Condición	F_S MÍNIMO
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Para tener en cuenta el efecto de la excentricidad de la carga en la capacidad portante, se considerarán como máximas las excentricidades establecidas en la Tabla H.6.9-1 de la NSR-10 (ver la Tabla 2).

Tabla 4-2. Factores de Seguridad indirectos Mínimos - Deslizamiento y volcamiento.

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente / Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

4.1.1.2 Estado límite de servicio

De acuerdo con el numeral H.4.8 los estados límite de servicio resultan del cálculo de asentamientos inmediatos, por consolidación, los asentamientos secundarios y los asentamientos por sismo. Las evaluaciones de los asentamientos se realizan empleando parámetros de deformación obtenidos a partir de ensayos de laboratorio o correlaciones de campo.

Los asentamientos totales calculados a 20 años se deben limitar a los siguientes valores:

a) Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.

b) Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

Los asentamientos totales son la suma de asentamientos inmediatos, por consolidación y secundarios, cuando estos últimos son importantes. Los asentamientos elásticos o a corto plazo fueron verificados por métodos basados en la teoría de la elasticidad (Bowles).

$$S_e = \frac{B * q_o * \alpha}{E_s}(1 - \mu^2) * I_s * I_f$$

Dónde:

q0: presión neta aplicada en el suelo por la fundación
B: Mínima dimensión del área reactiva,
Es: Modulo de elasticidad del suelo.

v: relación de Poisson del suelo
If: factor de profundidad
Is: factor de forma
α: factor que depende de la localización donde es asentamiento es calculado.

Los parámetros de deformación del suelo a corto plazo, como módulo elasticidad (E), coeficiente de Poisson (μ), se determinaron a través de ensayos de laboratorio o de correlaciones empíricas asociadas al ensayo SPT y a la plasticidad de los materiales.

4.2 METODOLOGÍAS PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

A continuación, en los siguientes numerales se describen las metodologías empleadas para la determinación de las propiedades índices, parámetros de resistencia, parámetros de deformabilidad y conductividad hidráulica.

4.2.1 PROPIEDADES ÍNDICE

Las propiedades índices y físicas para cada uno de los materiales, como la distribución de tamaño de los granos, el contenido de agua, densidad, gravedad específica y materia orgánica, fueron determinados a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. Estos ensayos incluyeron análisis granulométricos, determinación de humedades, límites de Atterberg, medición de gravedad específica y ensayos específicos para evaluar la presencia de materia orgánica.

4.2.2 PARAMETROS DE RESISTENCIA

Los parámetros de resistencia al corte de los suelos se definieron con base en el criterio de falla de Mohr-Coulomb, es decir, identificando los parámetros asociados a la resistencia drenada (cohesión c' y ángulo de fricción φ') y no drenada (Su). Además de tener en cuenta los resultados de los ensayos de laboratorio, se consideró adecuado complementar la caracterización mecánica de los materiales encontrados en la exploración del subsuelo a partir de algunas correlaciones con propiedades físicas y con ensayos de campo como el SPT. A continuación, se describen las metodologías tenidas en cuenta para suelos cohesivos y para suelos granulares.

4.2.2.1 Suelo Granulares

La determinación de propiedades mecánicas como el ángulo efectivo de resistencia al corte (φ') tuvo en cuenta correlaciones a partir del ensayo SPT, como las que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4-3. Correlaciones para determinar parámetros mecánicos de suelos granulares a partir del SPT

Correlación	Autor
$\varphi' = 28{,}5 + 0{,}25\, N_{45}$	Peck
$\varphi' = 26{,}25 \left(2 - exp\left(-\frac{N_{45}}{62}\right)\right)$	Peck, Hanson y Thonburn
$\varphi' = 15 + (20\, N_{72})^{0,5}$	Kishida
$\varphi' = atan\left[\left(\frac{N_{60}}{32{,}5}\right)^{0,34}\right]$	Schmertmann
$\varphi' = 27 + 0{,}3\, N_{72}$	JNR
$\varphi' = 15 + (15\, N_{72})^{0,5}$	JRB

4.2.3 PARAMETROS DE DEFORMABILIDAD

Los parámetros de deformabilidad necesarios para calcular asentamientos o deformaciones en el suelo fueron determinados según el tipo de asentamiento correspondiente. En el caso de los asentamientos elásticos inmediatos, se calcularon los módulos de Young utilizando correlaciones derivadas del ensayo SPT. El coeficiente de Poisson se estableció mediante valores típicos definidos en la literatura técnica, dado que no se disponía de resultados de ensayos dinámicos. Para estimar los parámetros relacionados con los asentamientos por consolidación (primarios y secundarios), se tuvieron en cuenta los resultados de los ensayos de consolidación.

Además de tener en cuenta los resultados de los ensayos de laboratorio, se consideró adecuado complementar la caracterización geotécnica asociada a parámetros de deformabilidad de los materiales encontrados en la exploración del subsuelo a partir de algunas correlaciones con propiedades físicas y con ensayos de campo como el SPT. A continuación, se describen las metodologías tenidas en cuenta para suelos cohesivos y para suelos granulares.

4.2.3.1 Suelos Granulares

La determinación de propiedades de deformabilidad en suelos granulares, como el módulo de elasticidad (Es), tuvo en cuenta correlaciones a partir del ensayo SPT, como las que se presentan Tabla 4-4.

Tabla 4-4. Correlaciones para determinar parámetros mecánicos de suelos granulares a partir del SPT.

Correlación	Autor
E [kPa] = 4000+100C N60+6 C varía entre 3 para limos con arenas y hasta 12 para gravas con arenas	Begemann (1974)
E [kPa] = 650 N70	Yoshida y Yoshinaka (1972)

5. RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1 PERFORACIONES

Para reconocimiento estratigráfico del lote se realizaron 4 sondeos a profundidad de 6.00m, algunos de ellos a profundidad menor por rechazo del suelo a la penetración estándar. El rechazo en el ensayo se produjo principalmente por la presencia de gravas o bloques existentes en los diferentes estratos. Teniendo en cuenta que la geomorfología del suelo y las características de resistencia del terreno se comportan de acuerdo con la profundidad de una manera similar en toda el área del lote, a continuación, se presenta la estratigrafía general encontrada. En la Tabla 5-1 se presentan los perfiles estratigráficos definidos a partir de la exploración en campo y ensayos de laboratorio.

Tabla 5-1. Perfil estratigráfico encontrado en el Sondeo 1, 2, 3, 4, 5 y 6

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ
0.50-1.00			
1.00-1.50			
1.50-2.00			
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO
2.50-3.00			
3.00-3.50			
3.50-4.00			
4.00-4.50			
4.50-5.00			
5.00-5.50			
5.50-6.00			

En cuanto a los resultados del ensayo de penetración estándar en los resultados de N obtenidos y corregidos por un factor asociado al 60% de la energía de acuerdo con los especificado en la norma ASTM D1586. Los resultados indican que el perfil es competente, toda vez que se obtuvieron números de golpes asociados a compacidades medias y densas en el caso de materiales granulares y a consistencias firmes a duras en el caso de materiales cohesivos.

Tabla 5-2. Descripción cualitativa de la densidad relativa de materiales granulares.

Número de golpes del ensayo SPT	Densidad Relativa
0 – 4	Muy suelta
4-10	Suelta
10 – 30	Media
30 – 50	Densa
> 50	Muy densa

Fuente: Terzaghi y Peck (1967)

Tabla 5-3. Valores de (Ncampo) obtenidos del ensayo de penetración estándar (SPT)

PROFUNDIDAD (M)	SONDEOS					
	1	2	3	4	5	6
0.00-0.50	/	/	/	/	/	/
0.50-1.00	/	/	/	/	/	/
1.00-1.50	5	8	14	12	16	20
1.50-2.00	10	14	18	13	17	21
2.00-2.50	20	18	18	16	20	24
2.50-3.00	27	21	16	33	37	41
3.00-3.50	28	24	31	53	57	61
3.50-4.00	25	40	55	57	61	65
4.00-4.50	21	49	58	58	62	64
4.50-5.00	54	72	76	60	64	68
5.00-5.50	57	77	81	68	72	76
5.50-6.00	53	78	83	75	79	83

Tabla 5-4. Valores de $(N)_{60}$ obtenidos del ensayo de penetración estándar (SPT)

PROFUNDIDAD (M)	SONDEOS					
	1	2	3	4	5	6
0.00-0.50	/	/	/	/	/	/
0.50-1.00	/	/	/	/	/	/
1.00-1.50	5	8	14	12	14	18
1.50-2.00	10	14	18	13	15	19
2.00-2.50	20	18	18	16	18	22
2.50-3.00	27	21	16	33	35	39
3.00-3.50	28	24	31	53	55	59
3.50-4.00	25	40	55	57	59	63
4.00-4.50	21	49	58	58	60	62
4.50-5.00	54	72	76	60	62	66
5.00-5.50	57	77	81	68	70	74
5.50-6.00	53	78	83	75	77	81

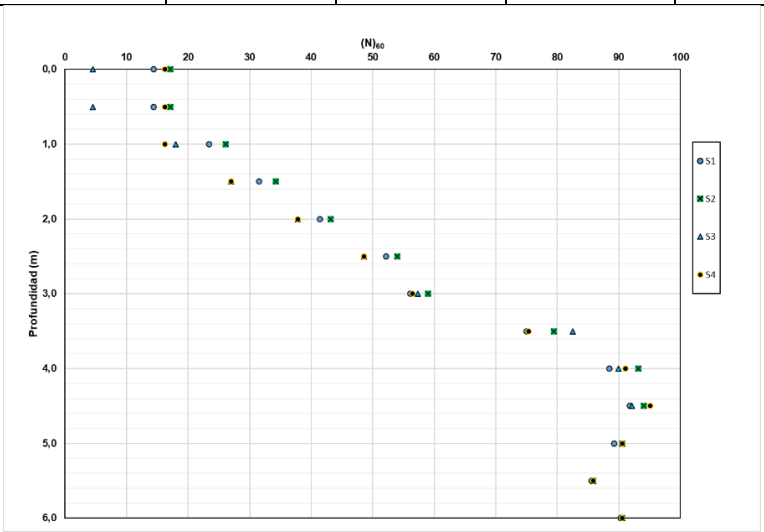


Figura 5-1. $(N)_{60}$ en profundidad obtenido en el ensayo de penetración estándar (SPT)

5.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el propósito de caracterizar geotécnicamente los suelos de los sitios donde se desarrollarán las obras, se realizaron ensayos de caracterización física y mecánica de suelos en el laboratorio sobre muestras obtenidas en las actividades desarrolladas. Dentro de estos ensayos se incluyen los siguientes:

- Granulometría (norma ASTM D421, ASTM D422)
- Límites de consistencia (límites de Atterberg) (norma ASTM D4318)

Tabla 5-5. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio obtenidos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)		MUESTREADOR	LITOLOGIA	GRADACIÓN (%)				HUMEDAD NATURAL	LIMITES DE CONSISTENCIA		
No	Desde	Hasta	SPT, SHELBY, EXCAVACION, ROTACION	Descripción de la muestra	Sistema de clasificacion SUCS	Grava	Arena	Finos	%W	L.L	L.P	I.P
S1	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	4,44	70,16	25,40	19,56	31,05	19,44	11,62
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	14,81	85,19	23,29	37,39	22,53	14,86
S2	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	2,96	71,70	25,34	19,56	32,12	20,15	11,97
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	17,40	82,60	22,52	38,67	23,58	15,09
S3	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	3,64	66,68	29,67	19,32	31,47	19,54	11,93
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	33,26	66,74	22,86	38,61	23,20	15,41
S4	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	3,28	66,39	30,33	20,99	31,43	19,45	11,98
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	34,14	65,86	22,06	38,58	23,11	15,47
S5	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	3,24	66,04	30,72	20,79	31,83	19,34	12,50
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	35,65	64,35	22,49	38,34	23,34	15,01
S6	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	0,00	67,94	32,06	21,49	32,06	19,81	12,25
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	33,15	66,85	17,00	38,06	22,62	15,44

6. ESTRATIGRAFÍA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

En esta sección se presenta una descripción de los materiales encontrados en el subsuelo de la zona de estudio durante el proceso de exploración, organizado en dos (2) estratos. Cada estrato agrupa materiales con características similares. Los suelos de un mismo estrato comparten propiedades similares en cuanto a su composición, contenido de humedad y permeabilidad, entre otras características.

Los suelos que se describen en esta sección representan los materiales encontrados en las exploraciones ejecutadas por ARINCO en el sitio de estudio. Anexo a este informe se presenta, por cada sondeo realizado en el sitio, un perfil estratigráfico del subsuelo donde se aprecian los materiales encontrados y que se resumen a continuación:

6.1.1 ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ (Estrato 1) (0.00 a 2.00 m)

Superficialmente en el sitio, hasta profundidades de 2.00 m, se encontró arena arcillosa con grava color café. encontrada en todos los sondeos subyaciendo la capa superficial. Este material cuenta con un espesor de 2.00 m de profundidad, de acuerdo con los sondeos ejecutados.

6.1.2 ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO (Estrato 2) (2.00 a 6.00 m)

Superficialmente en el sitio, hasta profundidades de 6.00 m, se encontró arcilla color café oscuro. encontrada en todos los sondeos subyaciendo la capa superficial. Este material cuenta con un espesor de 5.00 m de profundidad, de acuerdo con los sondeos ejecutados.

6.2 PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

Para la determinación de los parámetros geomecánicas de los suelos de la zona, se emplearon los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre muestras de estos y correlaciones empíricas basadas en los resultados del ensayo SPT y de las propiedades índices de los materiales cohesivos, además de la experiencia de ARINCO en proyectos con suelos similares.

A continuación, se presentan los parámetros de resistencia de los materiales encontrados en la exploración de campo, para el diseño de la cimentación de las estructuras que hacen parte del proyecto.

Tabla 6-1. Correlación NSPT vs Angulo de fricción.

Descripción	NSPT	Prof. Estrato (m)	N. Calculation	Correlación	Ángulo de rozamiento (°)
ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ [SC]	36.84	0.00-2.00	10-20	Meyerhof (1956)	29-31
ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO [CL]	56.99	2.00-6.00	20-30	Meyerhof (1956)	30

Tabla 6-2. Parámetros de resistencia adoptados para los materiales del sitio.

PERFIL DE DISEÑO							
N° DE ESTRATO	**CLASIF. SUCS**	**PROF. DE ESTRATO**	**N° GOLDPES /PIE**	**γ (Ton/m³)**	**C (Kpa)**	**ϕ**	**Ey (Mpa)**
1	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ [SC]	0,50-2,00	10-20	1,80	-	28-30	16
2	ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO [CL]	2,00-6,00	20-53	1,82	10	30	18

6.3 NIVEL FREÁTICO

No se registró nivel freático en los sondeos ejecutados.

6.4 EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTOS ESPECIALES

Teniendo las propiedades mecánicas de los tipos de suelo y los parámetros sísmicos, se realizó un análisis de las características especiales de los suelos identificados en las exploraciones geotécnicas.

6.4.1 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

El numeral H.9.1.1 de la NSR-10 menciona que una de las características especiales, que todas las arcillas tienen, de una forma u otra, es la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo según las condiciones ambientales. En la Tabla 6-3 se presentan las recomendaciones correspondientes.

Tabla 6-3. Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) media en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 Kgf/cm2	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores a una micra (µ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 - 12	23 - 45	18 - 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 - 18	12 - 34	12 - 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

De acuerdo con los sondeos realizados se hace una evaluación cualitativa en la cual se aplican correlaciones con ensayos de clasificación y se determinan de forma preliminar el grado de expansión de los materiales que conforman el área en estudio. En la Tabla 6-4 se presentan los resultados del análisis cualitativo del potencial de expansión, done se evidencia que los suelos identificados en el área de estudio tienen susceptibilidad baja a la expansión.

Tabla 6-4. Análisis cualitativo del potencial de expansión.

SONDEO	FINOS	LL	IP	SUCS	GRADO DE EXPANSIÓN	
	%				HOLTZ 1956	CHEN 1975
SONDEO 1	25,40	31,05	11,62	SC	BAJO	BAJO
	85,19	37,39	14,86	CL	BAJO	BAJO
SONDEO 2	25,34	32,12	11,97	SC	BAJO	BAJO
	82,60	38,67	15,09	CL	BAJO	BAJO
SONDEO 3	29,67	31,47	11,93	SC	BAJO	BAJO
	66,74	38,61	15,41	CL	BAJO	BAJO
SONDEO 4	30,33	31,43	11,98	SC	BAJO	BAJO
	65,86	38,58	15,47	CL	BAJO	BAJO
SONDEO 5	30,72	31,83	12,50	SC	BAJO	BAJO
	64,35	38,34	15,01	CL	BAJO	BAJO
SONDEO 6	32,06	32,06	12,25	SC	BAJO	BAJO
	66,85	38,06	15,44	CL	BAJO	BAJO

6.4.2 POTENCIAL DE COLAPSO

Los suelos colapsables se identifican como aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (carbonato de calcio), que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan. La colapsabilidad de estos depósitos se identifica, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable. La evaluación se puede hacer mediante la siguiente formulación:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{(1/_{Gs}) + w_l}$$

Si $\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} > 1$ el suelo es estable o expansivo

Si $\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} \leq 1$ el suelo es colapsable

A partir de los ensayos de laboratorio y teniendo en cuenta las anteriores expresiones, se determinó que los suelos del área en estudio no son colapsables.

6.4.3 POTENCIAL DE LICUACIÓN

Considerando la ausencia de un nivel freático y el hecho de que los suelos de cimentación exhiben un promedio de 57 golpes por pie según la prueba de penetración estándar (N_{SPT}), se puede inferir que la zona destinada para la construcción de la estructura carece de susceptibilidad a la licuación. La evaluación del N SPT proporciona una indicación de la capacidad portante del suelo, y en este caso, el valor promedio de 25 golpes por pie sugiere una consistencia y densidad del suelo que mitigaría los riesgos asociados con la licuación durante eventos sísmicos. Por ende, las condiciones geotécnicas en el área proyectada son favorables para la seguridad y estabilidad de la futura estructura.

7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

El objetivo de este capítulo es presentar la solución de cimentación óptima para la estructura de cuatro niveles de altura. Se busca abordar de manera integral y eficiente las consideraciones geotécnicas específicas de la ubicación, teniendo en cuenta factores como la topografía, las propiedades del suelo y cualquier otro aspecto relevante para garantizar la estabilidad y sostenibilidad de la estructura propuesta.

La estratigrafía delineada a través de la exploración geotécnica previa revela que el subsuelo del área de estudio se compone, en líneas generales, de una capa superficial de material orgánico (con un espesor máximo de 1.0 m), seguida por un depósito de arena limosa de compacidad media a muy densa, con baja humedad y finos de baja plasticidad. Este perfil no exhibe susceptibilidad a fenómenos de licuación, expansividad ni colapsabilidad. A partir de estas características del suelo y considerando la tipología de la estructura a cimentar, se llevó a cabo una evaluación de la capacidad de carga del suelo en su estado actual mediante cimentaciones superficiales. La capacidad de carga se determinó en función del estrato menos portante identificado en la estratigrafía, considerando su respuesta a las distribuciones de presión inducidas por las cargas aplicadas.

7.1 PERFIL DE DISEÑO

La estratigrafía del subsuelo se determinó con base en los sondeos ejecutados en la zona de estudio La clasificación y caracterización de los materiales se realizó en base a la información obtenida de las perforaciones y de los ensayos de laboratorio ejecutados. Esta se presentó en el Capítulo 6. En la Figura 7-1 se presentan los perfiles con la estratigrafía adoptada para el diseño geotécnico de cada zona.

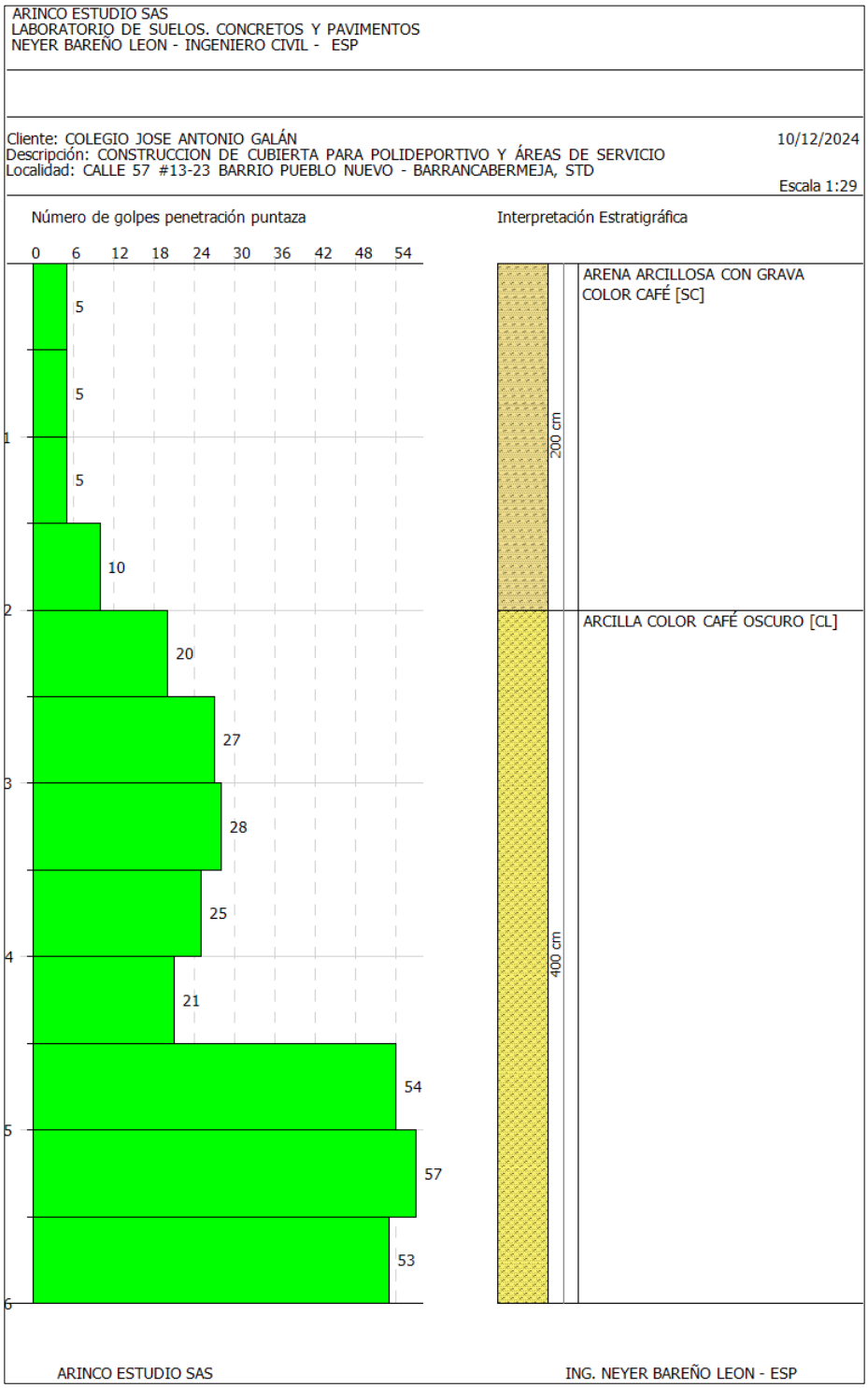


Figura 7-1. Perfil de diseño adoptado.

7.2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

7.2.1 Tipo de cimentación y profundidad de desplante

CUBIERTA:

Para la cimentación de la estructura tipo cubierta se recomienda una cimentación de tipo superficial, mediante zapatas aisladas y/o corridas desplantadas a -1.50m de profundidad. De esta forma la estructura se cimentará sobre un estrato de arcilla arenosa con algo de grava de consistencia rígida a dura. Se recomienda realizar un mejoramiento del suelo mediante concreto ciclópeo de 2000PSI de 0,50m de espesor hasta alcanzar una profundidad máxima de -2.0m

Por último, se recomienda que las zapatas deben estar conectadas por medio de vigas de fundación para evitar asentamientos diferenciales.

ESTRUCTURAS AREA DE ALIMENTACION:

Para la cimentación de las estructuras de un nivel de altura en el área de alimentación se recomienda una cimentación de tipo superficial, mediante zapatas aisladas y/o corridas desplantadas a -1.20m de profundidad. De esta forma la estructura se cimentará sobre un estrato de arena arcillosa de compacidad media.

Por último, se recomienda que las zapatas deben estar conectadas por medio de vigas de fundación para evitar asentamientos diferenciales.

7.2.2 Capacidad de carga con cimentación superficial

De acuerdo con las características del proyecto y a las caracterizaciones geotécnicas presentadas anteriormente, se presenta a continuación los análisis geotécnicos correspondientes para determinar la profundidad de cimentación, tipo de cimentación, capacidad admisible y recomendaciones generales para garantizar la estabilidad general de las construcciones proyectadas.

En el diseño la cimentación se consideran los estados límite de falla del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación y los estados límites de servicio. De acuerdo con el numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (véase H.4.8, NSR-10).

7.2.2.1 Estado límite de falla

El cálculo de la capacidad portante para condición de rotura se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10. Estos análisis se hicieron considerando la teoría clásica de Terzaghi, empleando la metodología de Brinch Hansen (1970) y los factores de corrección propuestos por Vesic (1973).

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c\, i_c g_c b_c + qN_q s_q\, d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma N_\gamma s_\gamma\, d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Tabla 7-1. Datos de entrada para cálculo de capacidad de soporte por método de falla de rotura.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	ESTRATO DE FUNDACIÓN
TIPO DE SUELO	N/A	N/A	ARCILLA ARENOSA
ESPESOR DEL ESTRATO	S	m	5
PESO UNITARIO	γ_{wet}	kN/m3	18
PESO UNITARIO SATURADO	γ_{sat}	kN/m3	19
COHESIÓN DEL SUELO	c'	kPa	0
ÁNGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO	ϕ'	(°)	30
MÓDULO DE ELASTICIDAD	E	(kPa)	18000
RELACIÓN DE POISSON	v	-	0.25
GOLPES DE ENSAYO SPT	N	golpes/pie	25
PROF. NIVEL FREÁTICO	GWT	m	ND

Tabla 7-2. Capacidad de soporte por método de falla de rotura para una profundidad de cimentación de 1.50 m, factor de seguridad de 3.0 y relación de L/B igual a 1.0.

DATOS DE SALIDA ESTRUCTURA TIPO CUBIERTA											
ANCHO DEL CIMIENTO	**B (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
LONGITUD DEL CIMIENTO	**L (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA DE FALLA	B' (m)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
	L' (m)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
	Af (m2)	1,00	1,21	1,44	1,69	1,96	2,25	2,56	2,89	3,24	3,61
	ca (kPa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m_b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m_l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FACTORES ADIMENCIONALES DEPENDIENTES DE Φ Y DE LA GEOMETRÍA	Nq	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
	Nc	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14
	Nγ	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07
FACTORES DE FORMA Y PROFUNDIDAD	Sc	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
	Sq	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	S_γ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	dc	1,40	1,36	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25	1,24	1,22	1,21
	dq	1,29	1,26	1,24	1,22	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15
	d_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA Y DEL TALUD AL COSTADO	ic	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	iq	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	i_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	gc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	gq	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	g_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA BASE	bc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bq	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	b_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ANCHO DEL CIMIENTO	**B (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
CAPACIDAD ULTIMA POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_u (kPa)	681,54	676,91	674,33	673,34	673,58	674,82	676,86	679,56	682,82	686,55
CAPACIDAD ADMISIBLE POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_{adm} (kPa)	227,18	225,64	224,78	224,45	224,53	224,94	225,62	226,52	227,61	228,85

Tabla 7-3. Capacidad de soporte por método de falla de rotura para una profundidad de cimentación de 1.20 m, factor de seguridad de 3.0 y relación de L/B igual a 1.0.

DATOS DE SALIDA ESTRUCTURAS COCINA Y COMEDOR											
ANCHO DEL CIMIENTO	**B (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
LONGITUD DEL CIMIENTO	**L (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
PARÁMETROS DE LA GEOMETRÍA DE FALLA	B' (m)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
	L' (m)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
	Af (m2)	1,00	1,21	1,44	1,69	1,96	2,25	2,56	2,89	3,24	3,61
	ca (kPa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m_b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m_l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FACTORES ADIMENCIONALES DEPENDIENTES DE Φ Y DE LA GEOMETRÍA	Nq	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
	Nc	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14
	Nγ	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07
FACTORES DE FORMA Y PROFUNDIDAD	Sc	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
	Sq	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	S_γ	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	dc	1,40	1,36	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25	1,24	1,22	1,21
	dq	1,29	1,26	1,24	1,22	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15
	d_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA Y DEL TALUD AL COSTADO	ic	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	iq	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	i_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	gc	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
	gq	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	g_γ	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA BASE	bc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bq	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	b_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ANCHO DEL CIMIENTO	**B (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
CAPACIDAD ULTIMA POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_u (kPa)	544,96	541,25	539,19	538,40	538,59	539,58	541,21	543,38	545,98	548,96
CAPACIDAD ADMISIBLE POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_{adm} (kPa)	181,65	180,42	179,73	179,47	179,53	179,86	180,40	181,13	181,99	182,99

7.2.2.2 Estado límite de servicio

De acuerdo con el numeral H.4.8 los estados límite de servicio resultan del cálculo de asentamientos inmediatos, por consolidación, los asentamientos secundarios y los asentamientos por sismo. Las evaluaciones de los asentamientos se realizan empleando parámetros de deformación obtenidos a partir de ensayos de laboratorio o correlaciones de campo.

Los asentamientos totales calculados a 20 años se deben limitar a los siguientes valores:

a) Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.

b) Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

Los asentamientos totales son la suma de asentamientos inmediatos, por consolidación y secundarios, cuando estos últimos son importantes asentamiento en la estructura de 25,4 mm (1").

De acuerdo con Harr (1966) el asentamiento se expresa como:

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1 - \mu^2)\alpha_r$$

Dónde:

q0 = Intensidad de la presión de contacto

B= Mínima dimensión del área reactiva,

E = Parámetros elásticos del terreno.

Los valores de α para varias relaciones de longitud y ancho de cimentación (L/B), se muestra a continuación:

Análisis de asentamientos inmediatos

Para una cimentación superficial sometida a una fuerza neta por área unitaria igual qo, los asentamientos inmediatos se determinan por la relación de poisson y el módulo de elasticidad del suelo portante, μs y Es, respectivamente.

Tabla 7-4. Asentamientos inmediatos para una profundidad de desplante de 1.50 m y L/B igual a 1.0.

DATOS DE SALIDA											
VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE MAX. POR ASENTAMIENTO, MEYERHOF (1956)	Se (mm)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
	C_D	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
	q_{adm} (kPa)	338,00	314,44	296,05	281,32	269,25	259,20	250,69	243,41	237,10	231,58
VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE MAX. POR ASENTAMIENTO, TEORIA DE ELASTICIDAD, BOWLES	Se (mm)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
	B' (m)	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	H (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	I_S	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39
	Df/B	1,00	0,91	0,83	0,77	0,71	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53
	L/B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	I_F	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86
	α'	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	F_1	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37
	F_2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
	A_0	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,58
	A_1	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,58
	A_2	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
	m'	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	n'	6,00	5,45	5,00	4,62	4,29	4,00	3,75	3,53	3,33	3,16
	q_{adm} (kPa)	467,46	427,68	394,67	366,87	343,16	322,71	304,91	289,29	278,73	266,27
ANCHO DEL CIMIENTO	**B (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
CAPACIDAD POR ESTADO LIMITE DE SERVICIO	$q_{adm\ asenta}$(kPa)	467,46	427,68	394,67	366,87	343,16	322,71	304,91	289,29	278,73	266,27

Tabla 7-5. Asentamientos inmediatos para una profundidad de desplante de 1.20 m y L/B igual a 1.0.

DATOS DE SALIDA ESTRUCTURA COCINA Y COMEDOR											
VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE MAX. POR ASENTAMIENTO, MEYERHOF (1956)	Se (mm)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
	C_D	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
	q_{adm} **(kPa)**	338,00	314,44	296,05	281,32	269,25	259,20	250,69	243,41	237,10	231,58
VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE MAX. POR ASENTAMIENTO, TEORIA DE ELASTICIDAD, BOWLES	Se (mm)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
	B' (m)	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	H (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	I_S	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39
	Df/B	1,00	0,91	0,83	0,77	0,71	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53
	L/B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	I_F	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86
	α'	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	F_1	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37
	F_2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
	A_0	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,58
	A_1	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,58
	A_2	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
	m'	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	n'	6,00	5,45	5,00	4,62	4,29	4,00	3,75	3,53	3,33	3,16
	q_{adm} **(kPa)**	448,76	410,57	378,89	352,20	329,43	309,80	292,71	277,72	267,58	255,62
ANCHO DEL CIMIENTO	**B (m)**	**1,00**	**1,10**	**1,20**	**1,30**	**1,40**	**1,50**	**1,60**	**1,70**	**1,80**	**1,90**
CAPACIDAD POR ESTADO LIMITE DE SERVICIO	$q_{adm\ asenta}$(kPa)	448,76	410,57	378,89	352,20	329,43	309,80	292,71	277,72	267,58	255,62

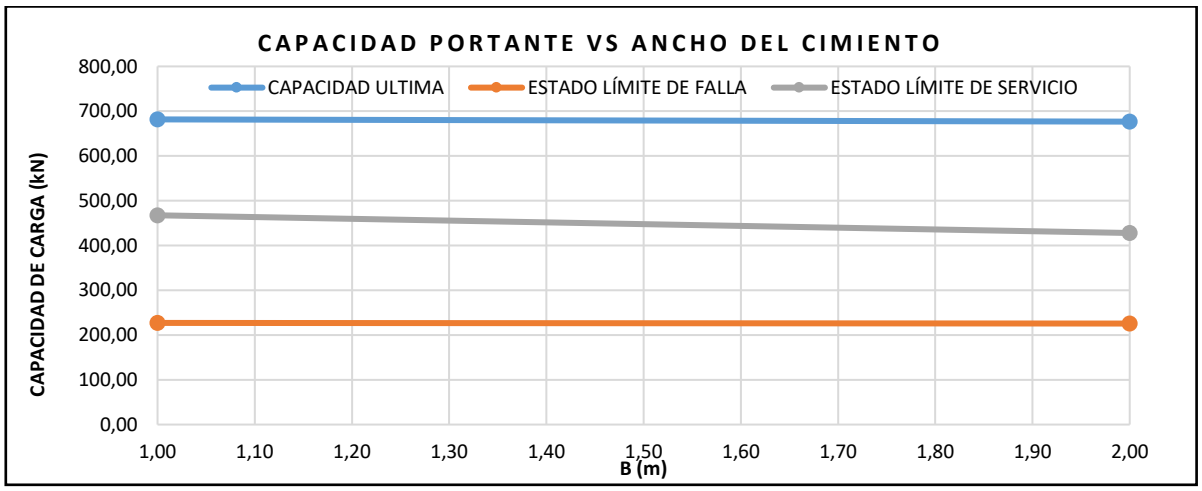
7.3 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

AREA DE CUBIERTA

De acuerdo con el numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8, NSR-10).

Tabla 7-6. Capacidad de soporte a 1.50 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0.

ANCHO DEL CIMIENTO	B (m)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
CAPACIDAD ULTIMA POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_u (kPa)	681,54	676,91	674,33	673,34	673,58	674,82	676,86	679,56	682,82	686,55
CAPACIDAD ADMISIBLE POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_{adm} (kPa)	227,18	225,64	224,78	224,45	224,53	224,94	225,62	226,52	227,61	228,85
CAPACIDAD POR ESTADO LIMITE DE SERVICIO	$q_{adm\ asenta}$(kPa)	467,46	427,68	394,67	366,87	343,16	322,71	304,91	289,29	278,73	266,27
CARGA APLICADA	q_{max} (kPa)	200,00	165,29	138,89	118,34	102,04	88,89	78,12	69,20	61,73	55,40
FACTOR DE SEGURIDAD PARA [qu/qmax]	FS	3,41	4,10	4,86	5,69	6,60	7,59	8,66	9,82	11,06	12,39



7-2. Figura Capacidad de soporte a 1.50 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0.

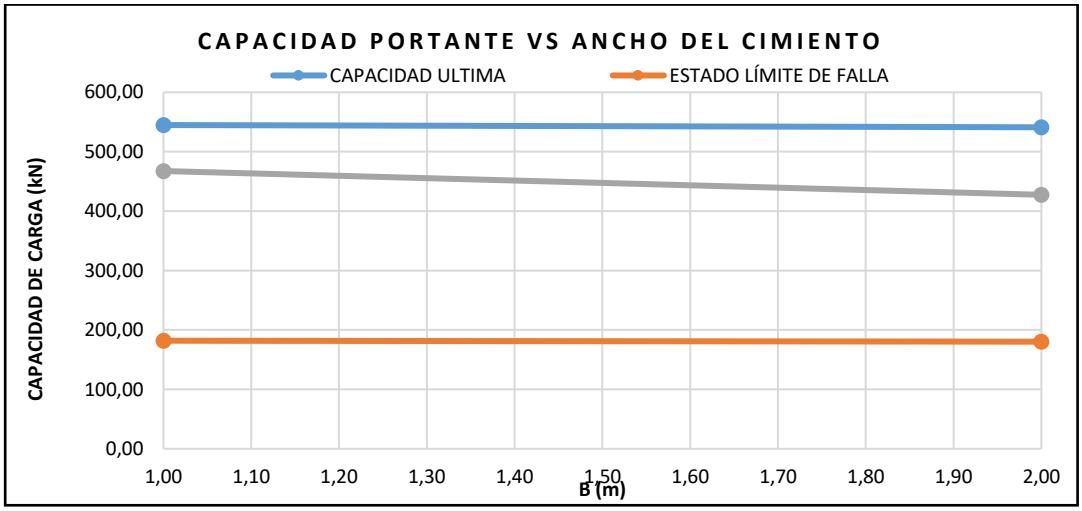
Teniendo en cuenta lo anterior y los análisis de los estados límites de falla y de servicio calculados, se recomienda cimentar a 1.50 metro de profundidad con una capacidad admisible no mayor a 22.0 ton/m2

AREA DE COMEDOR

De acuerdo con el numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8, NSR-10).

Tabla 7-7. Capacidad de soporte a 1.20 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0.

ANCHO DEL CIMIENTO	B (m)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
CAPACIDAD ULTIMA POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_u (kPa)	544,96	541,25	539,19	538,40	538,59	539,58	541,21	543,38	545,98	548,96
CAPACIDAD ADMISIBLE POR ESTADO LIMITE DE FALLA	q_{adm} (kPa)	181,65	180,42	179,73	179,47	179,53	179,86	180,40	181,13	181,99	182,99
CAPACIDAD POR ESTADO LIMITE DE SERVICIO	$q_{adm\ asenta}$(kPa)	467,46	427,68	394,67	366,87	343,16	322,71	304,91	289,29	278,73	266,27
CARGA APLICADA	q_{max} (kPa)	180,00	148,76	125,00	106,51	91,84	80,00	70,31	62,28	55,56	49,86
FACTOR DE SEGURIDAD PARA [qu/qmax]	FS	3,03	3,64	4,31	5,05	5,86	6,74	7,70	8,72	9,83	11,01



7-3. Figura Capacidad de soporte a 1.20 metro de profundidad, factor de seguridad de 3.0, asentamiento inmediato máximo de 2.54 cm y relación de L/B igual a 1.0.

Teniendo en cuenta lo anterior y los análisis de los estados límites de falla y de servicio calculados, se recomienda cimentar a 1.20 metro de profundidad con una capacidad admisible no mayor a 18.0 ton/m2.

7.4 CALCULO DE FACTORES DE SEGURIDAD

FACTOR DE SEGURIDAD MINIMOS DIRECTOS

H.2.4.1 — DEFINICIÓN — En Ingeniería Civil en general el Factor de Seguridad FS se define como la relación entre fuerzas resistentes F_R y actuantes F_A y también pueden usarse esfuerzos y se usa para evaluar el Estado Límite de Falla:

Tabla H.2.4-1
Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

AREA DE CUBIERTA			
Carga muerta +carga viva norma	S1 D+0,75Lr	222,12	ZT01
Carga muerta +carga viva maxima	S2,+D+Lr	229,54	
Carga muerta +carga viva norma+ sismo de diseño seudo estatico	S3 +D+0,75Lr+0,7Ex-0,2Ey	259,73	1,8*1,8

ESFUERZO KPA	Qult de suelo KPA	FSMD	FSMD NSR10	CUMPLE
68,56	682	9,9	1,5	OK
70,85	682	9,6	1,3	OK
80,16	682	8,5	1,1	OK

AREA DE COMEDOR			
Carga muerta +carga viva norma	S1 D+0,75Lr	171,10	ZT01
Carga muerta +carga viva maxima	S2,+D+Lr	180,64	
Carga muerta +carga viva norma+ sismo de diseño seudo estatico	S3 +D+0,75Lr+0,7Ex-0,2Ey	194,86	1,3*1,3

ESFUERZO KPA	Qult de suelo KPA	FSMD	FSMD NSR10	CUMPLE
101,24	538,4	5,3	1,5	OK
106,89	538,4	5,0	1,3	OK
115,30	538,4	4,7	1,1	OK

FACTOR DE SEGURIDAD MINIMO INDIRECTOS

La capacidad portante admisible del suelo de fundación se obtendrá dividiendo la capacidad de carga última por un factor de seguridad asociado a la condición de carga estática o con sismo. Los factores de seguridad adoptados serán los de la Tabla H.4.7-1 de la NSR-10 (véase Tabla 4-1)

Tabla 7-8. Factores de Seguridad indirectos Mínimos - Capacidad portante de cimientos superficiales

Condición	F_S MÍNIMO
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

AREA DE CUBIERTA			
Condición	F_S MÍNIMO Diseño	CARGA MAX KN	AREA DE ZAPATA
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0	222,12	ZT01
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5	229,54	
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5	259,73	1,8*1,8

KPA	suelo KPA	FSMI	FSMI NSR10	CUMPLE
68,56	682	9,9	3,0	OK
70,85	682	9,6	2,5	OK
80,16	682	8,5	1,5	OK

AREA DE COMEDOR			
Condición	F_S MÍNIMO Diseño	CARGA MAX KN	AREA DE ZAPATA
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0	171,10	ZT01
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5	180,64	
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5	194,86	1,3*1,3

ESFUERZO KPA	Qult de suelo KPA	FSMI	FSMI NSR10	CUMPLE
101,24	538,4	5,3	3,0	OK
106,89	538,4	5,0	2,5	OK
115,30	538,4	4,7	1,5	OK

7.5 MODULO DE REACCIÓN VERTICAL O COEFICIENTE DE BALASTO

El módulo de balasto es una magnitud asociada a la rigidez del terreno. Se mide aplicando una carga vertical sobre una superficie y midiendo el asentamiento a partir de la carga aplicada.

$$K_b = \frac{F}{\delta * A}$$

Donde:

F: es la fuerza vertical aplicada, en este caso la capacidad de carga del suelo.

A: el área de la superficie en contacto con el terreno donde se está aplicando la fuerza.

δ: es el asentamiento calculado a partir de la carga aplicada.

$$K_b = \frac{180\ kN/m2}{0.015} \qquad K_b = \frac{220\ kN/m2}{0.015}$$

Tabla 7-9. Módulo de reacción vertical o de balasto.

AREA DE CUBIERTA	**Kb (kN/m³)**	12000
AREA DE COMEDOR	**Kb (kN/m³)**	15000

7.6 COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO (KA) Y PASIVO (KP)

En un terreno granular, homogéneo, el coeficiente de empuje activo y pasivo de acuerdo con la teoría de Rankine será igual a: Para α=90 y β=0

$$Ka = tan^2\left(45 - \frac{\emptyset}{2}\right) \qquad Kp = tan^2(45 + \frac{\emptyset}{2})$$

En este informe se proporcionan los coeficientes de empuje relevantes para la utilización del material de excavación como relleno, con especial énfasis en el empleo de arena arcillosa Φ:30° como material de relleno. Es imperativo destacar que, en ninguna circunstancia, se recomienda la utilización del material orgánico como relleno.

Tabla 7-10. Coeficientes de empuje de tierra activo (Ka) y pasivo (Kp)

Ka	0.33
Kp	3.00

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 ESTABILIDAD GENERAL DEL SITIO

El análisis de las características geológicas y geotécnicas del sitio permitió determinar que no existen limitaciones o amenazas geotécnicas importantes que afecten la estabilidad de la estructura propuesta.

No se reportó nivel freático en los sondeos realizados

8.2 TIPO DE CIMENTACIÓN Y NIVEL DE CIMENTACIÓN

CUBIERTA:

Para la cimentación de la estructura tipo cubierta se recomienda una cimentación de tipo superficial, mediante zapatas aisladas y/o corridas desplantadas a -1.50m de profundidad. De esta forma la estructura se cimentará sobre un estrato de arcilla arenosa con algo de grava de consistencia rígida a dura. Se recomienda realizar un mejoramiento del suelo mediante concreto ciclópeo de 0,50m de espesor desde -1.50m hasta -2.0m de profundidad.

Por último, se recomienda que las zapatas deben estar conectadas por medio de vigas de fundación para evitar asentamientos diferenciales.

AREA DE COMEDOR:

Para la cimentación de la estructura de un nivel de altura en el área de alimentación se recomienda una cimentación de tipo superficial, mediante zapatas aisladas y/o corridas desplantadas a -1.20m de profundidad. De esta forma la estructura se cimentará sobre un estrato de arena arcillosa de compacidad media.

Por último, se recomienda que las zapatas deben estar conectadas por medio de vigas de fundación para evitar asentamientos diferenciales.

8.3 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

CUBIERTA: La capacidad de carga admisible para la cimentación de la estructura, mediante zapata aislada y/o corrida cimentada a profundidad recomendada se puede tomar en general de **Qa = 220KN/m²,** para cimientos con ancho variable entre 1.0 y 2.0 m de lado y a profundidad de cimentación recomendado. Para este valor de presión admisible se obtienen asentamientos inmediatos menores de una pulgada.

ESTRUCTURA AREA DE COMEDOR: La capacidad de carga admisible para la cimentación de la estructura, de un nivel de altura mediante zapata aislada y/o corrida cimentada a profundidad recomendada se puede tomar en general de **Qa = 180KN/m²,** para cimientos con ancho variable entre 1.0 y 2.0 m de lado y a profundidad de cimentación recomendado. Para este valor de presión admisible se obtienen asentamientos inmediatos menores de una pulgada.

8.4 MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL O COEFICIENTE DE BALASTO

El módulo de balasto es una magnitud asociada a la rigidez del terreno. Se mide aplicando una carga vertical sobre una superficie y midiendo el asentamiento a partir de la carga aplicada.

$$K_b = \frac{F}{\delta * A}$$

Donde:
F: es la fuerza vertical aplicada, en este caso la capacidad de carga del suelo.
A: el área de la superficie en contacto con el terreno donde se está aplicando la fuerza.
δ: es el asentamiento calculado a partir de la carga aplicada.

AREA DE CUBIERTA	**Kb (kN/m³)**	12000
AREA DE COMEDOR	**Kb (kN/m³)**	15000

8.5 COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO (KA) Y PASIVO (KP)

En un terreno granular, homogéneo, el coeficiente de empuje activo y pasivo de acuerdo con la teoría de Rankine será igual a:

Φ=30.0. Para $\alpha=90$ y $\beta=0$

$$Ka = tan^2\left(45 - \frac{\emptyset}{2}\right) \qquad Kp = tan^2(45 + \frac{\emptyset}{2})$$

Ka=0,33 Kp=3,00

8.6 SISMICIDAD DE LA ZONA

De acuerdo con la información presentadas en las secciones anteriores, en la Tabla 8-1 se presentan los parámetros sísmicos definidos para los diseños asociados a la estructura en estudio.

Tabla 8-1. Parámetros sísmicos de diseño para la zona de estudio.

ZONA	BARRANCABERMEJA-STD
Aa	0.15
Av	0.15
Ae	0.06
Ad	0.04
Fa	1.50
Fv	2,20
Coeficiente de importancia	Grupo III 1.25
Tipo de perfil	D
Zona de amenaza sísmica	Intermedia

8.7 PROTECCIÓN PARA PREDIO CIRCUNVECINOS

8.7.1 Excavaciones para cimentación

Se recomienda excavar con una inclinación 0, 25H:1V. Los taludes resultantes solo podrán excavarse por sectores preferiblemente L/3 del lado de la excavación y en donde se vaya a construir en ese instante el cimiento. Debe tenerse en cuenta al momento de la excavación que las edificaciones circunvecinas poseen cimentación superficial. Se recomienda dejar mínimo 1,0m del borde perimetral de las edificaciones circunvecinas.

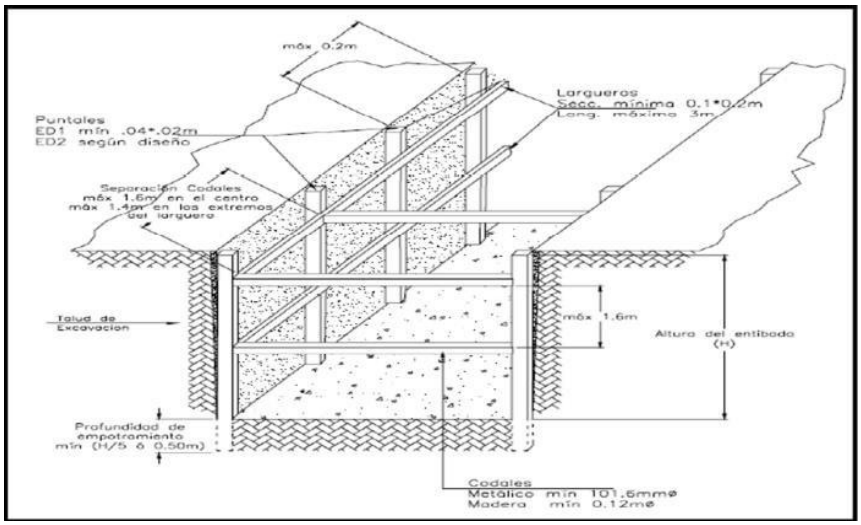


Figura 8-1. . Entibado de madera para las excavaciones

8.7.2 Actas de vecindad

Es importante que se realicen con detalle las actas de vecindad con las construcciones y zonas cercanas al proyecto. Igualmente se debe realizar un importante registro fotográfico detallado de las condiciones en las que se encuentra actualmente las construcciones.

8.8 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Teniendo en cuenta que las características del área en estudio, se recomienda las siguientes medidas de manejo y así garantizar un mejor comportamiento de la cimentación a futuro:

- Como recomendación general y para evitar inconvenientes en la construcción de la cimentación de la estructura, se recomienda primero la adecuación del lote para controlar el flujo de aguas que se acumulan producto de las lluvias.
- Se recomienda construir inicialmente el alcantarillado para el manejo de las aguas superficiales y así controlar el agua que se genere producto de la escorrentía.
- Cubrir el terreno sobre el cual se proyectan las edificaciones con membranas impermeables que impidan la filtración de agua hacia el subsuelo.
- Se recomienda construir un sistema de filtros perimetral a la estructura a una profundidad igual o mayor a la profundidad de cimentación recomendada.
- Drenaje de las aguas de escorrentía — Debe proveerse un adecuado drenaje alrededor de las estructuras por medio de pendientados perimetrales (2-10%), cunetas revestidas, áreas pavimentadas y canalizaciones de las aguas lluvias.
- Paisajismo e irrigación — Separar convenientemente las actividades de paisajismo, relacionadas con irrigación de plantas y jardines, de las estructuras adyacentes.
- Las losas de contrapiso deben resistir a la flexión y los muros de ladrillo se deben reforzar con barras de acero.
- No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.
- De igual forma se evitará la exposición prolongada de las excavaciones, a intemperismos, para lo cual se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su terminación y las operaciones de mejoramiento proyectadas y/o vaciado de los cimientos.
- En los muros y estructuras que queden en contacto con el terreno se recomienda instalar entre el concreto y el suelo o geodren planar o filtro que permita captar las posibles infiltraciones de agua que se puedan presentar. Este filtro se debe conectar al sistema evacuación de aguas lluvias del proyecto.
- Durante la construcción de los cimientos se debe contar con la supervisión de un ingeniero geotecnista, de tal manera que verifique si los materiales de cimentación en cada sector corresponden a los encontrados en el estudio geotécnico.
- Se deberá consultar con el Ingeniero Geotecnista, cualquier cambio que se realice al proyecto en cuanto a su nivel de cimentación, excavaciones planteadas y números de pisos propuestos.
- La actual NSR-10 exige indicar en el estudio geotécnico el tiempo máximo de exposición del suelo en los cimientos. Se recomienda que la exposición del suelo no sea superior a 10 horas; por esta razón se recomienda el colocar un solado o concreto pobre en toda el área perimetral del cimiento inmediatamente se realicen las excavaciones. Para este proceso se recomienda colocar una malla de gallinero que evite el agrietamiento excesivo de esta protección.

8.9 MATERIAL DE RELLENO

En caso de requerir la conformación de rellenos, el material a utilizar debe cumplir con las siguientes especificaciones de acuerdo con sus características: Deberá estar libre de material orgánico o material compresible o destructible, no debe tener piedras o fragmentos de piedras mayores a ¾" en diámetro, el índice de plasticidad debe ser menor a 12%, los materiales por lo general corresponden a gravas o arenas limosas o ligeramente arcillosas tipo GM, GC, SM, debidamente compactado y nivelado, garantizando un grado de compactación mayor al 95% de la densidad máxima del laboratorio.

Tabla 311 — 1. Requisitos de los agregados para afirmados

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles a quinientas (500) revoluciones (Granulometría A), máximo (%): - NT1 - NT2 - NT3	E-218	 50 30 30
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%).	E-125	35
Índice de Plasticidad (%).	E-125 y E-126	4 – 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2
Contracción lineal.	E-127/E-129	Tabla 311 — 3

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.	E-148	≥ 15

Figura 8-2. Requisitos de los materiales para terraplenes. Fuente: Tabla 220-1 del Artículo 220-13 de la Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVAS

La subbase granular a emplear debe ser del tipo SBG, y debe cumplir con lo establecido en los Artículos 300 y 320 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 del INVIAS.

Tabla 320 — 2. Requisitos de los agregados para subbases granulares

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular		
		Clase A	Clase B	Clase C
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%): - 500 revoluciones	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30	35	-
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18	 12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%).	E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo.	E-148	40	30	30

Tabla 320 — 3. Franjas granulométricas del material de subbase granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)								
	50,0	37,5	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Nota: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Figura 8-3. Requisitos del material SUBBASE GRANULAR. Fuente: Artículos 300 y 320 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 del INVIAS.

8.9.1 FUENTES DE MATERIALES AUTORIZADAS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL

Una **fuente de materiales autorizada por la autoridad ambiental** es un lugar o sitio donde se extraen recursos naturales, como **materiales pétreos** (arena, grava, piedra, etc.), bajo un permiso o autorización oficial otorgado por la **autoridad ambiental** correspondiente. En el contexto de Colombia, esta autoridad generalmente es el **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** o las **Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)**.

Para que una fuente de material sea considerada autorizada, debe cumplir con una serie de requisitos y procesos establecidos por la legislación ambiental. Esto incluye:

1. **Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)**: El solicitante debe presentar un estudio detallado sobre cómo la extracción de materiales afectará el medio ambiente y las comunidades cercanas, y cómo se mitigarán esos impactos.
2. **Permiso o licencia ambiental**: Una vez aprobado el EIA, se otorga un permiso o licencia para la extracción, que especifica las condiciones bajo las cuales la actividad debe llevarse a cabo.
3. **Condiciones y regulaciones**: La autorización incluye medidas y regulaciones que deben cumplirse durante todo el proceso de extracción, como la protección de la biodiversidad, el manejo de recursos hídricos, la restauración de áreas explotadas, y la gestión de residuos.
4. **Monitoreo y supervisión**: La autoridad ambiental realiza un seguimiento constante para asegurarse de que la actividad extractiva se realice conforme a lo autorizado, y se respete la normativa ambiental.

En resumen, una fuente de materiales autorizada por la autoridad ambiental es aquella en la que la extracción de recursos naturales se lleva a cabo de manera legal, controlada y sostenible, garantizando que los impactos sobre el medio ambiente sean mínimamente perjudiciales y se respeten las normativas ambientales del país.

Fuentes de materiales autorizadas por la Autoridad Ambiental

La Payoa es un campo petrolero ubicado al sur del municipio de Sabana de Torres Santander, con coordenadas7° 03’ 26.19’’ Latitud Norte y 73° 45’ 36.62 ‘’ a 76 m de altura.

La payoa es una cantera de suministro de materiales pétreos como es Sub-base granular, base granular, piedra, Arena de rio y triturado, se encuentra ubicado en el sector del rio Sogamoso sector la Payoa y se accede por la ruta 45 (ruta del sol) corredor vial fortuna. La distancia en entre el lugar de la obra y la cantera es de 79 km, con tiempo aproximado de 2 horas.

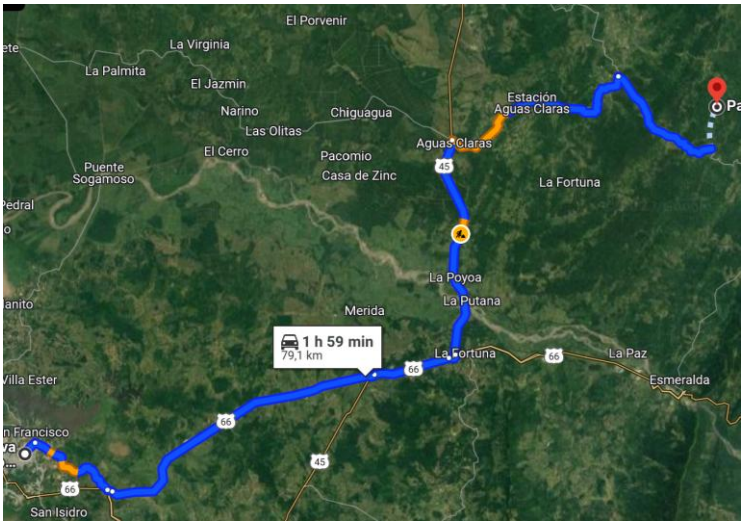


Figura 8-4. UBICACIÓN DE CANTERA LA PAYOA

Escombrera autorizada por la Autoridad Ambiental

Una **escombrera autorizada por la autoridad ambiental** es un lugar donde se depositan y almacenan escombros y residuos provenientes de actividades de construcción, demolición u otros trabajos similares, de manera que se cumplan con los requisitos legales y ambientales establecidos para la gestión de estos materiales. En Colombia, la autorización para operar una escombrera debe ser otorgada por la **autoridad ambiental competente**, que puede ser el **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** o las **Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)**, dependiendo de la ubicación.

Características de una escombrera autorizada:

1. **Licencia ambiental**: La escombrera debe contar con una **licencia ambiental** o permiso específico que autorice su funcionamiento. Esto implica que el lugar debe cumplir con ciertas condiciones y regulaciones para evitar impactos negativos al medio ambiente.
2. **Clasificación de residuos**: Los materiales que se depositan en una escombrera son comúnmente **escombros**, que incluyen restos de concreto, ladrillos, madera, metal y otros materiales de construcción. Sin embargo, estos no deben contener residuos peligrosos (como materiales tóxicos, productos químicos, o desechos industriales), los cuales requieren otro tipo de tratamiento y disposición.
3. **Manejo adecuado de residuos**: La escombrera debe contar con un **plan de manejo** para asegurar que los residuos sean depositados, almacenados y gestionados de manera adecuada, sin causar contaminación del aire, agua o suelos.
4. **Prevención de impactos ambientales**: La autoridad ambiental debe garantizar que la escombrera se encuentre en un lugar adecuado, alejado de fuentes de agua, áreas protegidas

o ecosistemas frágiles. Además, debe implementarse un sistema de control para prevenir la erosión, la contaminación y la proliferación de fauna nociva.

5. **Restauración del sitio**: Las escombreras deben contemplar un **plan de restauración** del terreno una vez que se haya agotado la capacidad de disposición, de modo que se recupere el área para su uso posterior o para el restablecimiento del ecosistema afectado.
6. **Monitoreo y control**: Durante su funcionamiento, las autoridades ambientales supervisan el cumplimiento de las normativas, realizando inspecciones periódicas para verificar que la escombrera se mantenga en condiciones adecuadas y que los riesgos de contaminación sean controlados.

En resumen, una escombrera autorizada por la autoridad ambiental es un sitio gestionado de acuerdo con la legislación vigente, donde los escombros se manejan de manera controlada y responsable para prevenir daños al medio ambiente y a la salud pública.

Ubicación de

La escombrera La Esterlina se encuentra en municipio de Yondó Antioquia a una distancia de 19 km vehículo de la obra en un tiempo de 27 min Aproximadamente.

ESCOMBRERA: LA ESTERLINA (INVERCON G&GLTDA)

900.299.496-8 YONDÓ Vereda Las Américas

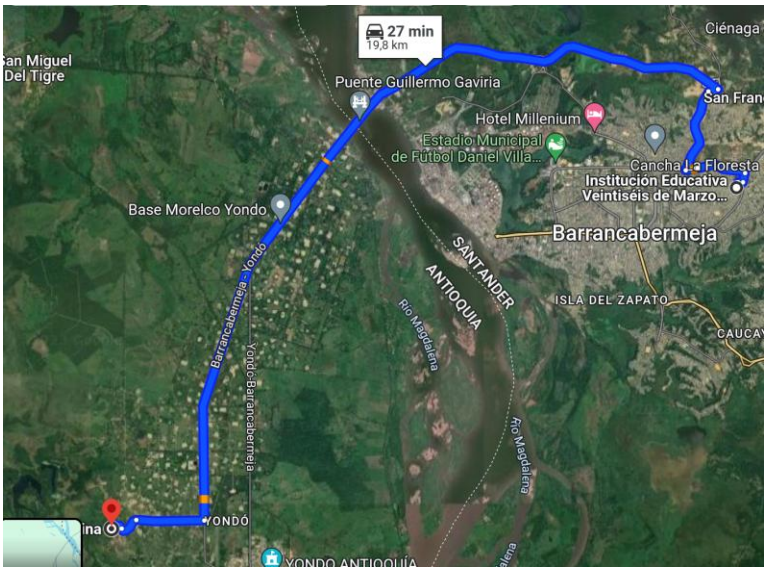


Figura 8-5. LA ESTERLINA (INVERCON G&GLTDA)

8.10 PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN

Se recomienda utilizar el siguiente procedimiento de excavación para la construcción de los cimientos del proyecto:

1. Realizar las excavaciones para cada uno de los cimientos.
2. Manejar un sistema de entibado a medida que se realiza la excavación.
3. Conformar el concreto ciclópeo hasta profundidad recomendada.
4. Colocar solado correspondiente
5. Armar las parrillas de hierros.
6. Fundir el concreto de los cimientos.
7. Iniciar la construcción de los muros.

El presente estudio de suelos se realizó utilizando las prácticas habituales de la ingeniería geotécnica. Si en el proceso de la construcción se presenta condiciones del terreno o circunstancias no previstas en este informe se deberá avisar a un Ingeniero asesor en Suelos para establecer las recomendaciones o procedimientos más convenientes.

Ing. Neyer Bareño León
Magister en Geotecnia
Mat: 68202180667

9. REFERENCIAS

[1] Boulanger, R. W., y Idriss, I. M. (2014). CPT and SPT based liquefaction triggering procedures. Report No. UCD/CGM-14/01, Center for Geotechnical Modeling, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, CA, 134 pp.

[2] Bowles. (1997). Foundation Analysis and Design. 5th. Ed. McGraw-Hill Book Co

[3] Bray y Sancio. (2006) Assessment of the Liquefaction Susceptibility of Fine-Grained Soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 1 132(9). September 2006.

[4] Colombia Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

[5] Das, B. M. (2012), Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. Séptima Edición.

[6] González, A. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X Jornadas geotécnicas de la ingeniería colombiana SCI SCG. Bogotá, Colombia.

[7] INVIAS (2022). Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022.

[8] TERZAGHI, Karl; PECK Ralph B. Mecánica de suelos en la Ingeniería práctica. Segunda edición. Cuarta reimpresión. Editorial El Ateneo S.A. España, 1980.

ARINCO ESTUDIO S.A.S

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

REGISTRO DE PERFORACION SPT

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**				
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**				
LOCALIZACION:	**CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**				
UBICACIÓN DEL SONDEO:	**ESQUINA NORTE DEL POLIDEPORTIVO**				**F-AL-01**
PROFUNDIDAD:	***6,00M***	**FECHA**	**dic-24**	**SONDEO N°**	**1**

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	N SPT DE CAMPO			N SPT
				6"	12"	18"	
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	/	/	/	/
0.50-1.00				/	/	/	/
1.00-1.50				2	2	3	5
1.50-2.00				3	4	6	10
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	8	9	11	20
2.50-3.00				13	14	13	27
3.00-3.50				15	15	13	28
3.50-4.00				11	13	12	25
4.00-4.50				11	11	10	21
4.50-5.00				12	24	30	54
5.00-5.50				30	27	30	57
5.50-6.00				25	25	28	53

Nivel Freático:	**N/P**

Para SPT martillo de: 140LB

REALIZADO POR: **DAVID ECHAVARRIA G. - OSCAR DIAZ**
PERFORADOR

REVISADO POR: **ING NEYER BAREÑO**
ING. CIVII

ARINCO ESTUDIO S.A.S
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
Carrera 28 N.48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com
Barrancabermeja - Santander - Colombia.

ARINCO ESTUDIO S.A.S

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

REGISTRO DE PERFORACION SPT

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**			
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**			
LOCALIZACION:	**CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**			
UBICACIÓN DEL SONDEO:	**ESQUINA SUR DEL POLIDEPORTIVO**			**F-AL-01**
PROFUNDIDAD:	***6,00M***	**FECHA**	**dic-24**	**SONDEO N°** **2**

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	N SPT DE CAMPO			N SPT
				6"	12"	18"	
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	/	/	/	/
0.50-1.00				/	/	/	/
1.00-1.50				3	4	4	8
1.50-2.00				6	6	8	14
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	9	9	9	18
2.50-3.00				11	11	10	21
3.00-3.50				10	11	13	24
3.50-4.00				21	17	23	40
4.00-4.50				25	25	24	49
4.50-5.00				30	35	37	72
5.00-5.50				39	38	39	77
5.50-6.00				38	39	39	78

Nivel Freático:	**N/P**

Para SPT martillo de: 140LB

REALIZADO POR: **DAVID ECHAVARRIA G. - OSCAR DIAZ**
PERFORADOR

REVISADO POR: **ING NEYER BAREÑO**
ING. CIVII

ARINCO ESTUDIO S.A.S
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
Carrera 28 N.48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com
Barrancabermeja - Santander - Colombia.

ARINCO ESTUDIO S.A.S

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

REGISTRO DE PERFORACION SPT

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**				
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**				
LOCALIZACION:	**CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**				
UBICACIÓN DEL SONDEO:	**AREA DE ASEO**				**F-AL-01**
PROFUNDIDAD:	***6,00M***	**FECHA**	**dic-24**	**SONDEO N°**	**3**

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	N SPT DE CAMPO			N SPT
				6"	12"	18"	
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	/	/	/	/
0.50-1.00				/	/	/	/
1.00-1.50				6	7	7	14
1.50-2.00				6	7	11	18
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	9	9	9	18
2.50-3.00				9	9	7	16
3.00-3.50				12	14	17	31
3.50-4.00				22	27	28	55
4.00-4.50				28	29	29	58
4.50-5.00				32	37	39	76
5.00-5.50				41	40	41	81
5.50-6.00				40	41	42	83

Nivel Freático:	**N/P**

Para SPT martillo de: 140LB

REALIZADO POR: **DAVID ECHAVARRIA G. - OSCAR DIAZ**
PERFORADOR

REVISADO POR: **ING NEYER BAREÑO**
ING. CIVII

ARINCO ESTUDIO S.A.S

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

REGISTRO DE PERFORACION SPT

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**				
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**				
LOCALIZACION:	**CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**				
UBICACIÓN DEL SONDEO:	**AREA DE CAFETERIA**				**F-AL-01**
PROFUNDIDAD:	***6,00M***	**FECHA**	dic-24	**SONDEO N°**	**4**

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	N SPT DE CAMPO			N SPT
				6"	12"	18"	
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	/	/	/	/
0.50-1.00				/	/	/	/
1.00-1.50				4	6	6	12
1.50-2.00				6	7	6	13
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	6	8	8	16
2.50-3.00				13	15	18	33
3.00-3.50				18	25	28	53
3.50-4.00				28	28	29	57
4.00-4.50				29	29	29	58
4.50-5.00				29	30	30	60
5.00-5.50				32	33	35	68
5.50-6.00				36	37	38	75

Nivel Freático:	**N/P**

Para SPT martillo de: 140LB

REALIZADO POR: **DAVID ECHAVARRIA G. - OSCAR DIAZ**
PERFORADOR

REVISADO POR: **ING NEYER BAREÑO**
ING. CIVII

ARINCO ESTUDIO S.A.S

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

REGISTRO DE PERFORACION SPT

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**				
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**				
LOCALIZACION:	**CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**				
UBICACIÓN DEL SONDEO:	**LADO ESTE DEL POLIDEPORTIVO**				**F-AL-01**
PROFUNDIDAD:	***6,00M***	**FECHA**	**dic-24**	**SONDEO N°**	**5**

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	N SPT DE CAMPO			N SPT
				6"	12"	18"	
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	/	/	/	/
0.50-1.00				/	/	/	/
1.00-1.50				2	8	8	16
1.50-2.00				8	9	8	17
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	8	10	10	20
2.50-3.00				15	17	20	37
3.00-3.50				20	27	30	57
3.50-4.00				30	30	31	61
4.00-4.50				31	31	31	62
4.50-5.00				31	32	32	64
5.00-5.50				34	35	37	72
5.50-6.00				38	39	40	79

Nivel Freático:	**N/P**

Para SPT martillo de: 140LB

REALIZADO POR: **DAVID ECHAVARRIA G. - OSCAR DIAZ**
PERFORADOR

REVISADO POR: **ING NEYER BAREÑO**
ING. CIVII

ARINCO ESTUDIO S.A.S

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

REGISTRO DE PERFORACION SPT

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**				
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**				
LOCALIZACION:	**CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**				
UBICACIÓN DEL SONDEO:	**LADO OESTE DEL POLIDEPORTIVO**				**F-AL-01**
PROFUNDIDAD:	***6,00M***	**FECHA**	dic-24	**SONDEO N°**	**6**

PERFORACION (M)	SIMBOLO	MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	N SPT DE CAMPO			N SPT
				6"	12"	18"	
0.00-0.50	SC		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	/	/	/	/
0.50-1.00				/	/	/	/
1.00-1.50				4	10	10	20
1.50-2.00				10	11	10	21
2.00-2.50	CL		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	10	12	12	24
2.50-3.00				17	19	22	41
3.00-3.50				22	29	32	61
3.50-4.00				32	32	33	65
4.00-4.50				33	33	31	64
4.50-5.00				33	34	34	68
5.00-5.50				36	37	39	76
5.50-6.00				40	41	42	83

Nivel Freático:	**N/P**

Para SPT martillo de: 140LB

REALIZADO POR: **DAVID ECHAVARRIA G. - OSCAR DIAZ**
PERFORADOR

REVISADO POR: **ING NEYER BAREÑO**
ING. CIVII

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com
Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

SONDEO N°: 1

PROFUNDIDAD: 0,00 - 2,00 M

MUESTRA N°: 1 FECHA: 27/12/2024

UBICACIÓN DEL SONDEO: ESQUINA NORTE DEL POLIDEPORTIVO

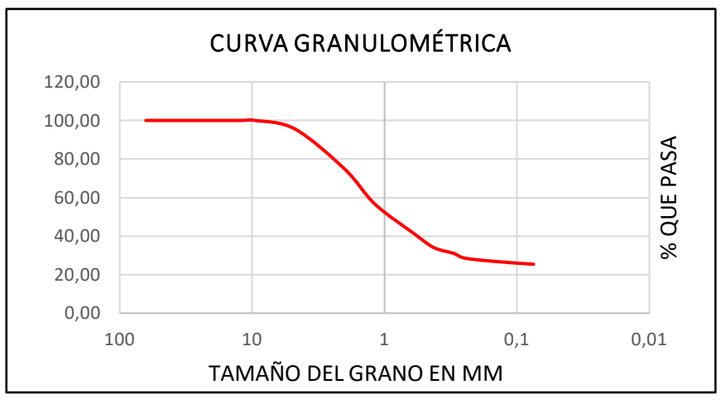
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ

G R A D A C I O N

WTMS:	390,40	WLST200	291,45
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	17,33	**4,44**	**95,56**
No 8	81,20	**20,80**	**74,76**
No 16	71,20	**18,24**	**56,52**
No 30	59,40	**15,22**	**41,31**
No 40	28,37	**7,27**	**34,04**
No 50	11,85	**3,04**	**31,01**
No 60	9,30	**2,38**	**28,62**
No 100	6,70	**1,72**	**26,91**
No 200	5,90	**1,51**	**25,40**
FONDO	0,20	**0,05**	**0,00**

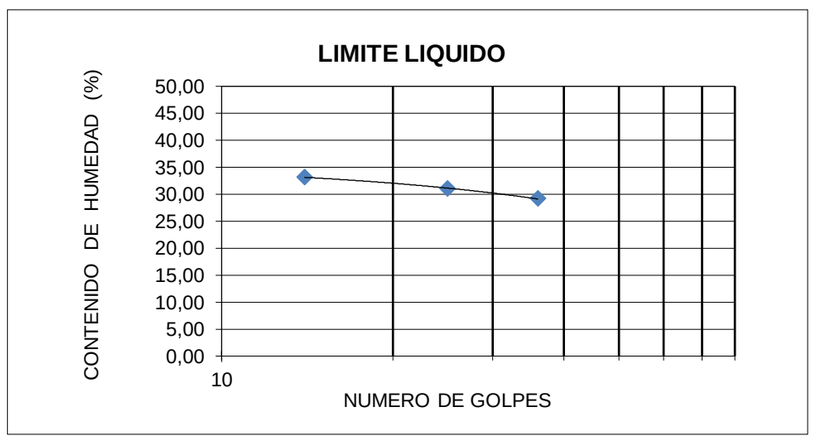
RESULTADOS	
% GRAVA :	**4,44**
% ARENA :	**70,16**
% FINOS :	**25,40**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
No DE GOLPES	**14**	**25**	**36**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**E04**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	42,80
Pc + Ph (P1)	32,40	30,40	36,50	13,40	14,20	602,80
Pc + Ps (P2)	25,70	24,50	29,50	12,10	12,80	511,20
Ps	**20,20**	**19,00**	**24,00**	**6,60**	**7,30**	**468,40**
HUMEDAD EN (%)	**33,17**	**31,05**	**29,17**	**19,70**	**19,18**	**19,56**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**31,05**
% LIMITE PLASTICO	**19,44**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**11,62**
CLASIFICACION S.U.C.S	**SC**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

SONDEO N°: 1

PROFUNDIDAD: 2,00 - 6,00 M

MUESTRA N°: 2 **FECHA:** 27/12/2024 **UBICACIÓN DEL SONDEO:** ESQUINA NORTE DEL POLIDEPORTIVO

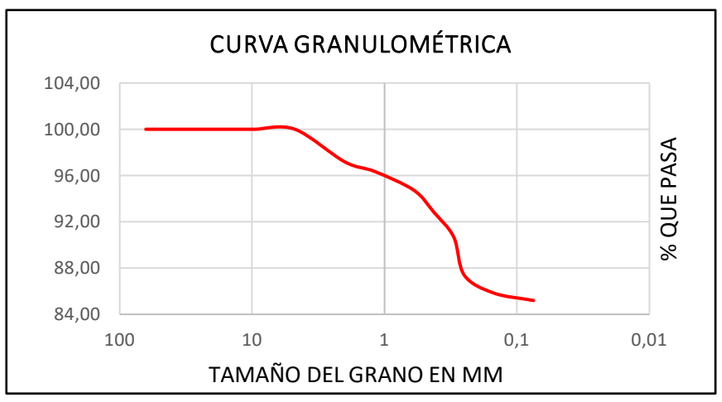
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO

G R A D A C I O N

WTMS:	710,56	WLST200	105,20
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	20,00	**2,81**	**97,19**
No 16	6,00	**0,84**	**96,34**
No 30	11,50	**1,62**	**94,72**
No 40	13,40	**1,89**	**92,84**
No 50	15,40	**2,17**	**90,67**
No 60	23,40	**3,29**	**87,38**
No 100	10,90	**1,53**	**85,84**
No 200	4,60	**0,65**	**85,19**
FONDO	0,00	**0,00**	**0,00**

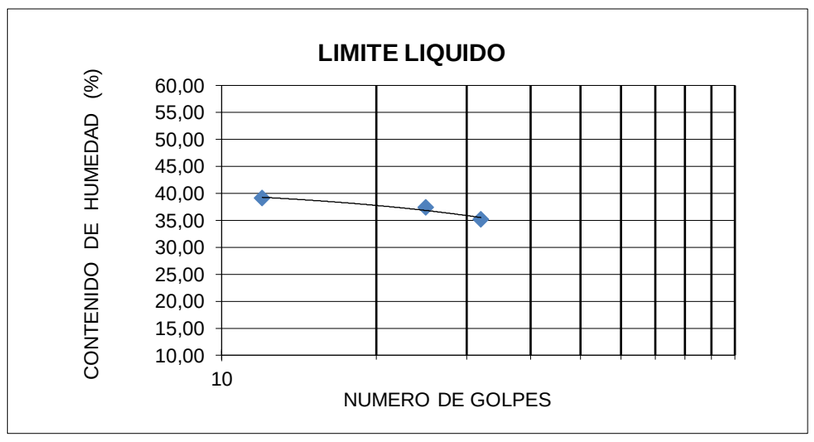
RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**14,81**
% FINOS :	**85,19**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
No DE GOLPES	**12**	**25**	**32**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**J10**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	43,30
Pc + Ph (P1)	35,40	38,20	30,50	11,24	12,20	557,90
Pc + Ps (P2)	27,00	29,30	24,00	10,20	10,95	460,70
Ps	**21,50**	**23,80**	**18,50**	**17,00**	**5,45**	**417,40**
HUMEDAD EN (%)	**39,07**	**37,39**	**35,14**	**22,13**	**22,94**	**23,29**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**37,39**
% LIMITE PLASTICO	**22,53**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**14,86**
CLASIFICACION S.U.C.S	**CL**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

SONDEO N°: 2

PROFUNDIDAD: 0,00 - 2,00 M

MUESTRA N°: 1 **FECHA:** 27/12/2024 **UBICACIÓN DEL SONDEO:** ESQUINA SUR DEL POLIDEPORTIVO

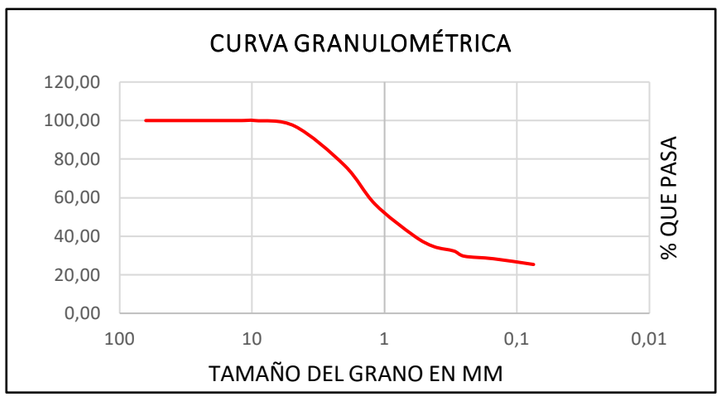
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ

G R A D A C I O N

WTMS:	452,70	WLST200	338,50
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	13,40	**2,96**	**97,04**
No 8	92,40	**20,41**	**76,63**
No 16	90,60	**20,01**	**56,62**
No 30	74,20	**16,39**	**40,23**
No 40	25,30	**5,59**	**34,64**
No 50	10,40	**2,30**	**32,34**
No 60	12,30	**2,72**	**29,62**
No 100	6,00	**1,33**	**28,30**
No 200	13,40	**2,96**	**25,34**
FONDO	0,50	**0,11**	**0,00**

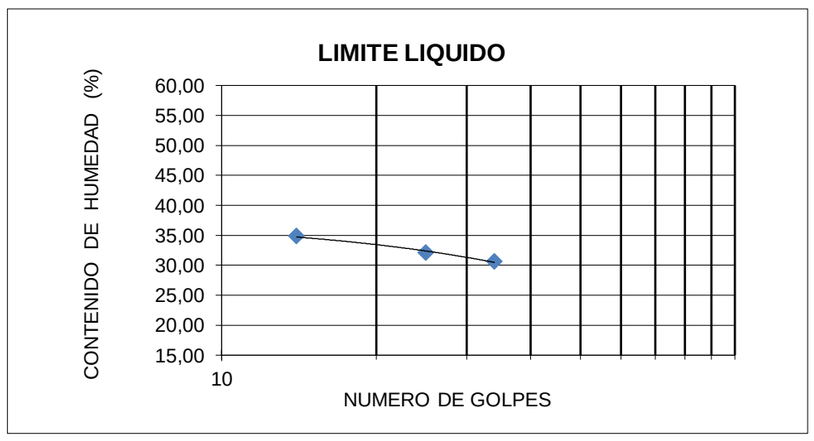
RESULTADOS	
% GRAVA :	**2,96**
% ARENA :	**71,70**
% FINOS :	**25,34**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
No DE GOLPES	**14**	**25**	**34**			
RECIPIENTE No.	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**R18**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	44,10
Pc + Ph (P1)	29,50	27,30	26,40	13,50	16,30	595,50
Pc + Ps (P2)	23,30	22,00	21,50	12,15	14,50	505,30
Ps	**17,80**	**16,50**	**16,00**	**6,65**	**9,00**	**461,20**
HUMEDAD EN (%)	**34,83**	**32,12**	**30,63**	**20,30**	**20,00**	**19,56**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**32,12**
% LIMITE PLASTICO	**20,15**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**11,97**
CLASIFICACION S.U.C.S	**SC**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**		
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**		**LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**
SONDEO N°:	**2**		**PROFUNDIDAD: 2,00 - 6,00 M**
MUESTRA N°:	**2**	**FECHA: 27/12/2024**	**UBICACIÓN DEL SONDEO: ESQUINA SUR DEL POLIDEPORTIVO**

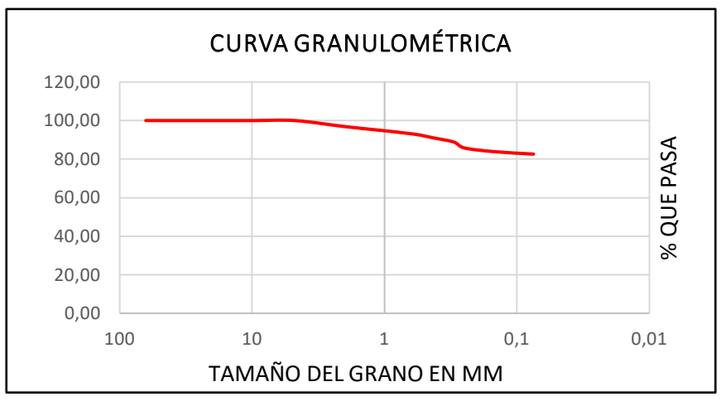
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	**ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO**

G R A D A C I O N

WTMS:	**820,50**	WLST200	**142,80**
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	25,60	**3,12**	**96,88**
No 16	13,70	**1,67**	**95,21**
No 30	18,40	**2,24**	**92,97**
No 40	16,40	**2,00**	**90,97**
No 50	17,30	**2,11**	**88,86**
No 60	25,20	**3,07**	**85,79**
No 100	15,60	**1,90**	**83,89**
No 200	10,60	**1,29**	**82,60**
FONDO	0,00	**0,00**	**0,00**

RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**17,40**
% FINOS :	**82,60**

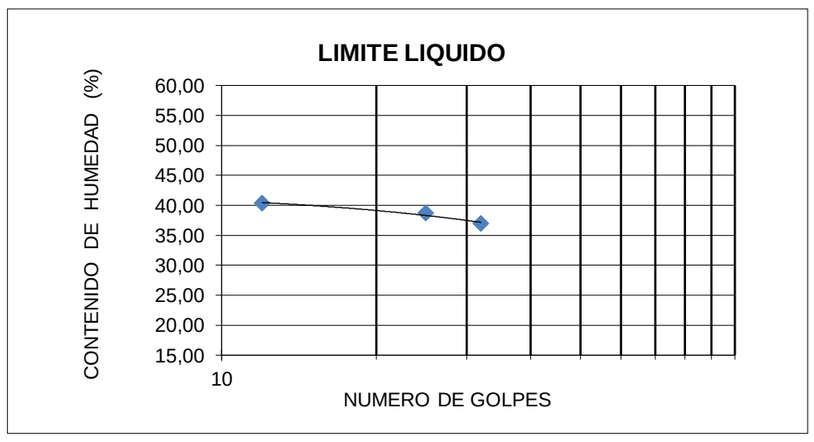


Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			**LIMITE PLASTICO**		**Wn**
No DE GOLPES	**12**	**25**	**32**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**E12**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	42,50
Pc + Ph (P1)	30,20	26,30	32,20	20,50	22,50	326,50
Pc + Ps (P2)	23,10	20,50	25,00	17,60	19,30	274,30
Ps	**17,60**	**15,00**	**19,50**	**12,10**	**13,80**	**231,80**
HUMEDAD EN (%)	**40,34**	**38,67**	**36,92**	**23,97**	**23,19**	**22,52**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**38,67**
% LIMITE PLASTICO	**23,58**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**15,09**
CLASIFICACION S.U.C.S	**CL**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**		
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**		**LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**
SONDEO N°:	**3**		**PROFUNDIDAD: 0,00 - 2,00 M**
MUESTRA N°:	**1**	**FECHA: 27/12/2024**	**UBICACIÓN DEL SONDEO: AREA DE ASEO**

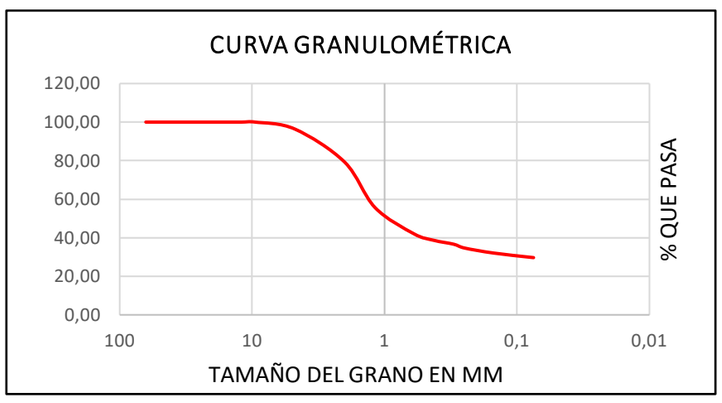
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	**ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ**

G R A D A C I O N

WTMS:	**510,40**	WLST200	**359,45**
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	18,60	**3,64**	**96,36**
No 8	87,60	**17,16**	**79,19**
No 16	120,30	**23,57**	**55,62**
No 30	69,40	**13,60**	**42,03**
No 40	17,20	**3,37**	**38,66**
No 50	10,40	**2,04**	**36,62**
No 60	9,90	**1,94**	**34,68**
No 100	13,45	**2,64**	**32,04**
No 200	12,10	**2,37**	**29,67**
FONDO	0,50	**0,10**	**0,00**

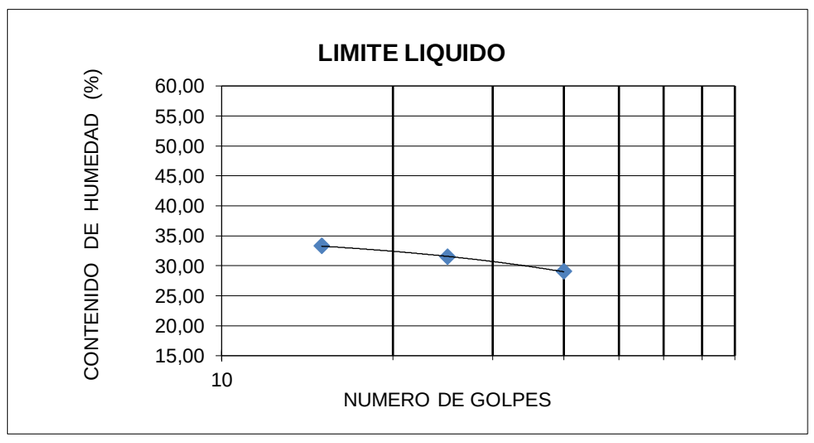
RESULTADOS	
% GRAVA :	**3,64**
% ARENA :	**66,68**
% FINOS :	**29,67**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			**LIMITE PLASTICO**		**Wn**
No DE GOLPES	**15**	**25**	**40**			
RECIPIENTE No.	**3**	**5**	**6**	**4**	**8**	**E5**
Pc: peso capsula	12,00	12,00	5,50	5,50	12,10	44,00
Pc + Ph (P1)	26,40	28,50	20,21	10,32	17,32	654,30
Pc + Ps (P2)	22,80	24,55	16,90	9,52	16,48	555,50
Ps	**10,80**	**12,55**	**11,40**	**4,02**	**4,38**	**511,50**
HUMEDAD EN (%)	**33,33**	**31,47**	**29,04**	**19,90**	**19,18**	**19,32**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**31,47**
% LIMITE PLASTICO	**19,54**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**11,93**
CLASIFICACION S.U.C.S	**SC**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

SONDEO N°: 3

PROFUNDIDAD: 2,00 - 6,00 M

MUESTRA N°: 2 **FECHA:** 27/12/2024 **UBICACIÓN DEL SONDEO:** AREA DE ASEO

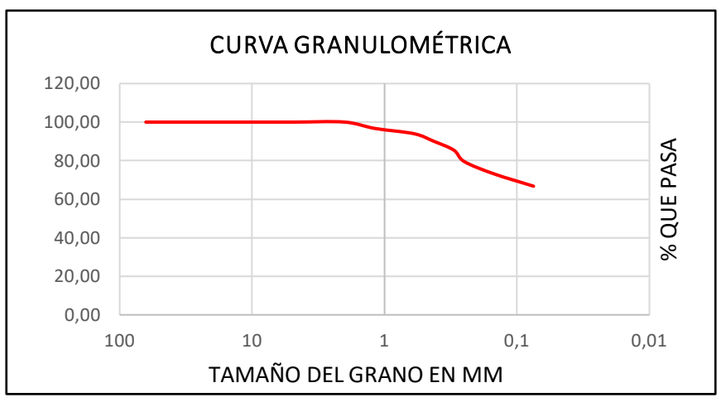
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO

G R A D A C I O N

WTMS:	310,30	WLST200	104,20
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	0,00	**0,00**	**100,00**
No 16	10,30	**3,32**	**96,68**
No 30	8,40	**2,71**	**93,97**
No 40	12,20	**3,93**	**90,04**
No 50	14,30	**4,61**	**85,43**
No 60	18,40	**5,93**	**79,50**
No 100	19,60	**6,32**	**73,19**
No 200	20,00	**6,45**	**66,74**
FONDO	1,00	**0,32**	**0,00**

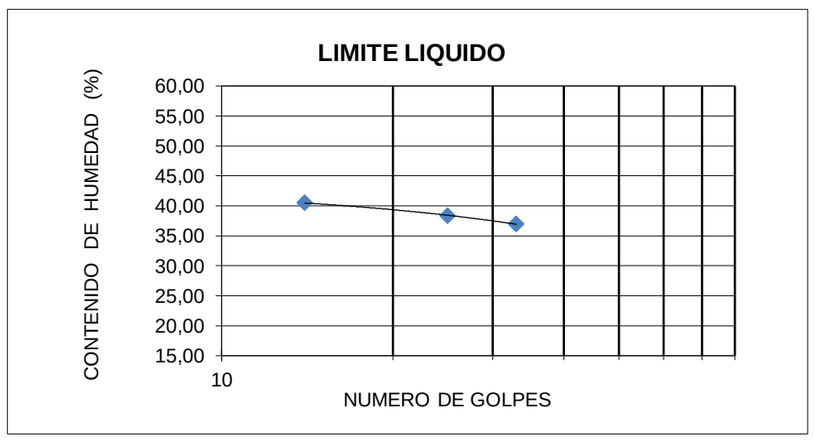
RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**33,26**
% FINOS :	**66,74**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
No DE GOLPES	**14**	**25**	**33**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**45**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	42,50
Pc + Ph (P1)	43,58	42,30	41,25	11,17	12,16	764,30
Pc + Ps (P2)	32,60	32,10	31,60	10,09	10,92	630,00
Ps	**27,10**	**26,60**	**26,10**	**4,59**	**5,42**	**587,50**
HUMEDAD EN (%)	**40,52**	**38,35**	**36,97**	**23,53**	**22,88**	**22,86**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**38,61**
% LIMITE PLASTICO	**23,20**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**15,41**
CLASIFICACION S.U.C.S	**CL**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**		
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**		**LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**
SONDEO N°:	**4**		**PROFUNDIDAD: 0,00 - 2,00 M**
MUESTRA N°:	**1**	**FECHA: 27/12/2024**	**UBICACIÓN DEL SONDEO: AREA DE CAFETERIA**

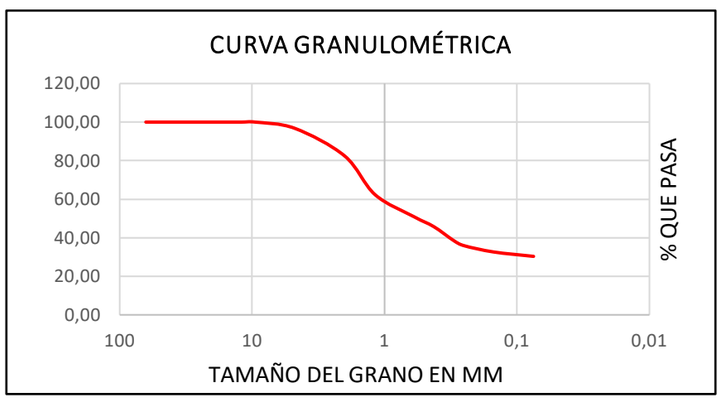
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	**ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ**

G R A D A C I O N

WTMS:	**625,50**	WLST200	**436,30**
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	20,50	**3,28**	**96,72**
No 8	89,60	**14,32**	**82,40**
No 16	125,50	**20,06**	**62,33**
No 30	71,50	**11,43**	**50,90**
No 40	32,20	**5,15**	**45,76**
No 50	45,50	**7,27**	**38,48**
No 60	16,50	**2,64**	**35,84**
No 100	20,20	**3,23**	**32,61**
No 200	14,30	**2,29**	**30,33**
FONDO	0,50	**0,08**	**0,00**

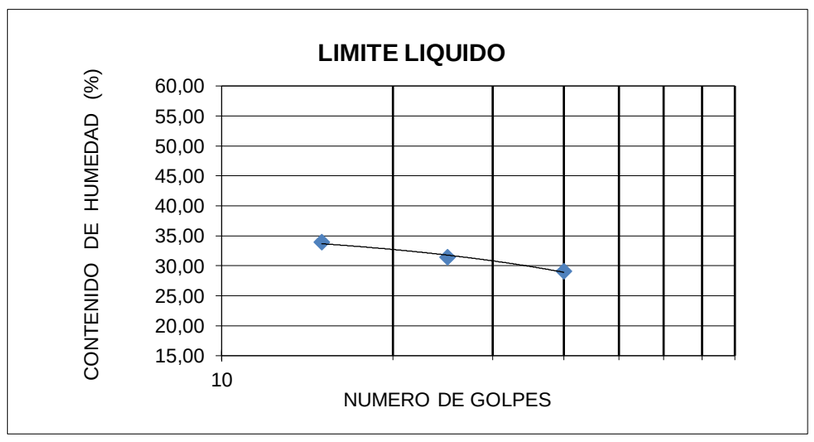
RESULTADOS	
% GRAVA :	**3,28**
% ARENA :	**66,39**
% FINOS :	**30,33**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			**LIMITE PLASTICO**		**Wn**
No DE GOLPES	**15**	**25**	**40**			
RECIPIENTE No.	**3**	**5**	**6**	**4**	**8**	**E5**
Pc: peso capsula	12,00	12,00	5,50	5,50	12,10	44,00
Pc + Ph (P1)	28,20	30,40	22,60	10,34	17,34	545,50
Pc + Ps (P2)	24,10	26,00	18,75	9,54	16,50	458,50
Ps	**12,10**	**14,00**	**13,25**	**4,04**	**4,40**	**414,50**
HUMEDAD EN (%)	**33,88**	**31,43**	**29,06**	**19,80**	**19,09**	**20,99**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**31,43**
% LIMITE PLASTICO	**19,45**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**11,98**
CLASIFICACION S.U.C.S	**SC**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**		
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**		**LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**
SONDEO N°:	**4**		**PROFUNDIDAD: 2,00 - 6,00 M**
MUESTRA N°:	**2**	**FECHA: 27/12/2024**	**UBICACIÓN DEL SONDEO: AREA DE CAFETERIA**

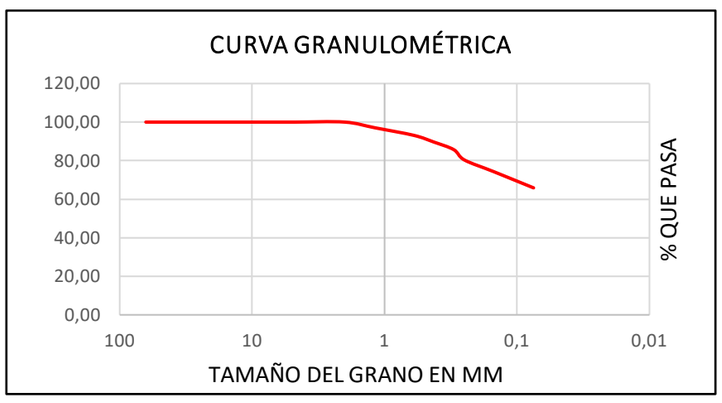
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	**ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO**

G R A D A C I O N

WTMS:	**420,50**	WLST200	**143,54**
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	0,00	**0,00**	**100,00**
No 16	12,50	**2,97**	**97,03**
No 30	16,54	**3,93**	**93,09**
No 40	14,50	**3,45**	**89,65**
No 50	16,70	**3,97**	**85,67**
No 60	22,30	**5,30**	**80,37**
No 100	25,60	**6,09**	**74,28**
No 200	35,40	**8,42**	**65,86**
FONDO	0,00	**0,00**	**0,00**

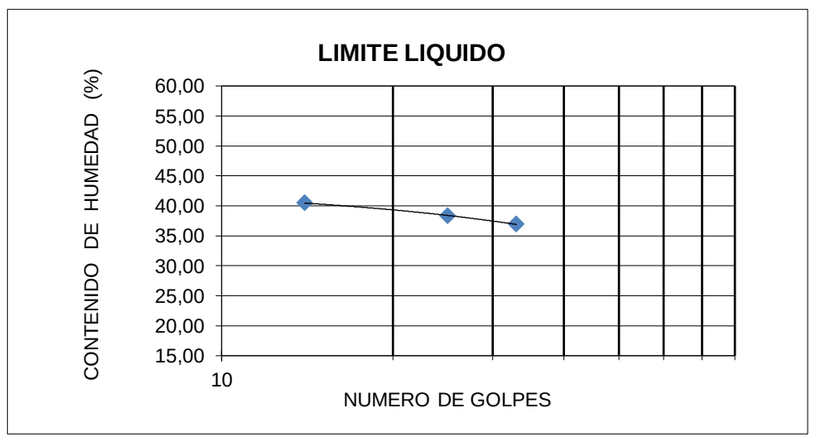
RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**34,14**
% FINOS :	**65,86**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			**LIMITE PLASTICO**		**Wn**
No DE GOLPES	**14**	**25**	**33**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**45**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	42,50
Pc + Ph (P1)	43,60	42,32	41,27	11,19	12,18	548,20
Pc + Ps (P2)	32,62	32,12	31,62	10,11	10,94	456,80
Ps	**27,12**	**26,62**	**26,12**	**4,61**	**5,44**	**414,30**
HUMEDAD EN (%)	**40,49**	**38,32**	**36,94**	**23,43**	**22,79**	**22,06**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**38,58**
% LIMITE PLASTICO	**23,11**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**15,47**
CLASIFICACION S.U.C.S	**CL**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**		
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**		**LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**
SONDEO N°:	**5**		**PROFUNDIDAD: 0,00 - 2,00 M**
MUESTRA N°:	**1**	**FECHA: 27/12/2024**	**UBICACIÓN DEL SONDEO: LADO ESTE DEL POLIDEPORTIVO**

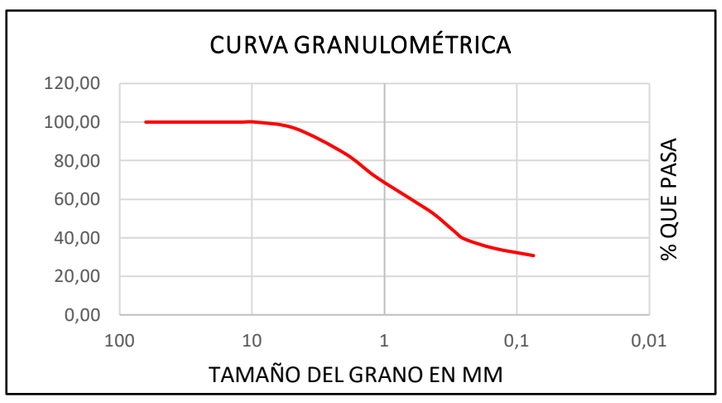
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	**ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ**

G R A D A C I O N

WTMS:	**635,40**	WLST200	**440,70**
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	20,60	**3,24**	**96,76**
No 8	82,60	**13,00**	**83,76**
No 16	75,50	**11,88**	**71,88**
No 30	81,50	**12,83**	**59,05**
No 40	42,60	**6,70**	**52,34**
No 50	55,80	**8,78**	**43,56**
No 60	26,40	**4,15**	**39,41**
No 100	30,70	**4,83**	**34,58**
No 200	24,50	**3,86**	**30,72**
FONDO	0,50	**0,08**	**0,00**

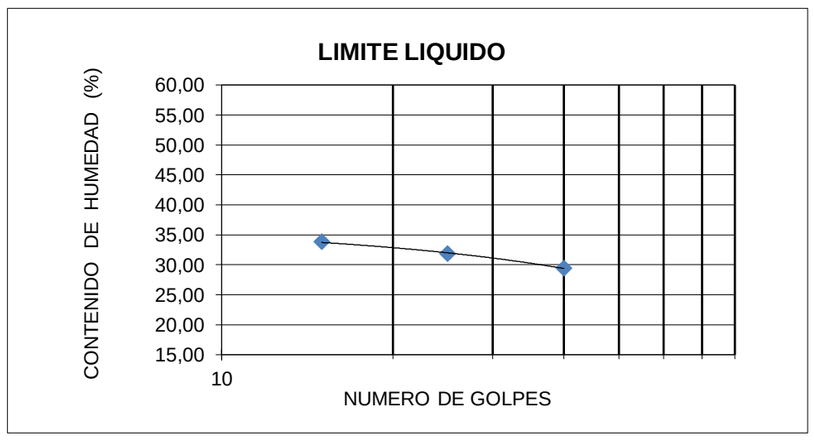
RESULTADOS	
% GRAVA :	**3,24**
% ARENA :	**66,04**
% FINOS :	**30,72**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			**LIMITE PLASTICO**		**Wn**
No DE GOLPES	**15**	**25**	**40**			
RECIPIENTE No.	**3**	**5**	**6**	**4**	**8**	**E5**
Pc: peso capsula	12,00	12,00	5,50	5,50	12,10	44,00
Pc + Ph (P1)	30,20	32,50	26,60	11,50	20,50	456,50
Pc + Ps (P2)	25,60	27,55	21,80	10,52	19,15	385,50
Ps	**13,60**	**15,55**	**16,30**	**5,02**	**7,05**	**341,50**
HUMEDAD EN (%)	**33,82**	**31,83**	**29,45**	**19,52**	**19,15**	**20,79**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**31,83**
% LIMITE PLASTICO	**19,34**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**12,50**
CLASIFICACION S.U.C.S	**SC**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com
Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

SONDEO N°: 5

PROFUNDIDAD: 2,00 - 6,00 M

MUESTRA N°: 2

FECHA: 27/12/2024

UBICACIÓN DEL SONDEO: LADO ESTE DEL POLIDEPORTIVO

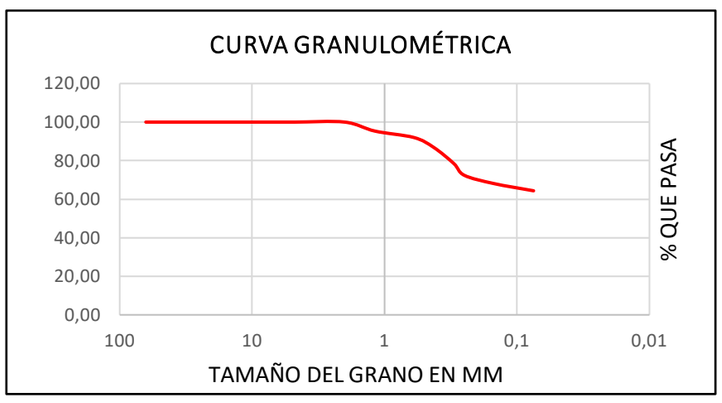
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO

G R A D A C I O N

WTMS:	436,60	WLST200	155,65
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	0,00	**0,00**	**100,00**
No 16	20,50	**4,70**	**95,30**
No 30	14,50	**3,32**	**91,98**
No 40	22,50	**5,15**	**86,83**
No 50	36,45	**8,35**	**78,48**
No 60	26,60	**6,09**	**72,39**
No 100	18,60	**4,26**	**68,13**
No 200	16,50	**3,78**	**64,35**
FONDO	0,00	**0,00**	**0,00**

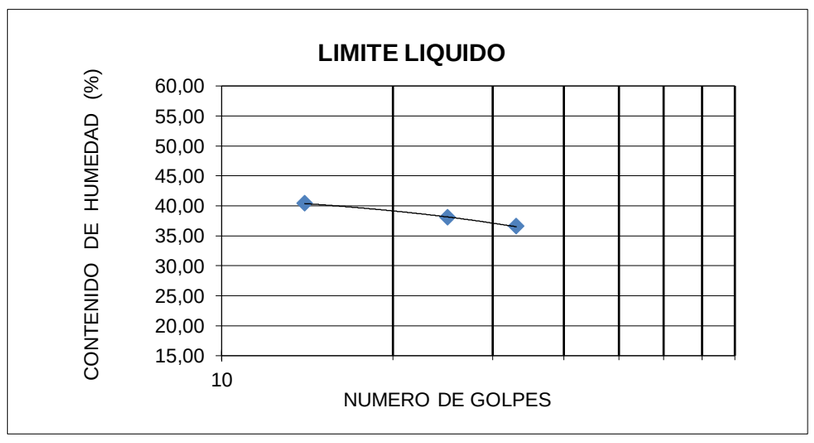
RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**35,65**
% FINOS :	**64,35**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
No DE GOLPES	**14**	**25**	**33**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**45**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	42,50
Pc + Ph (P1)	38,50	40,70	36,50	13,50	16,50	621,50
Pc + Ps (P2)	29,00	31,00	28,20	12,00	14,40	515,20
Ps	**23,50**	**25,50**	**22,70**	**6,50**	**8,90**	**472,70**
HUMEDAD EN (%)	**40,43**	**38,04**	**36,56**	**23,08**	**23,60**	**22,49**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**38,34**
% LIMITE PLASTICO	**23,34**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**15,01**
CLASIFICACION S.U.C.S	**CL**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

SONDEO N°: 6

PROFUNDIDAD: 0,00 - 2,00 M

MUESTRA N°: 1 **FECHA:** 27/12/2024 **UBICACIÓN DEL SONDEO:** LADO OESTE DEL POLIDEPORTIVO

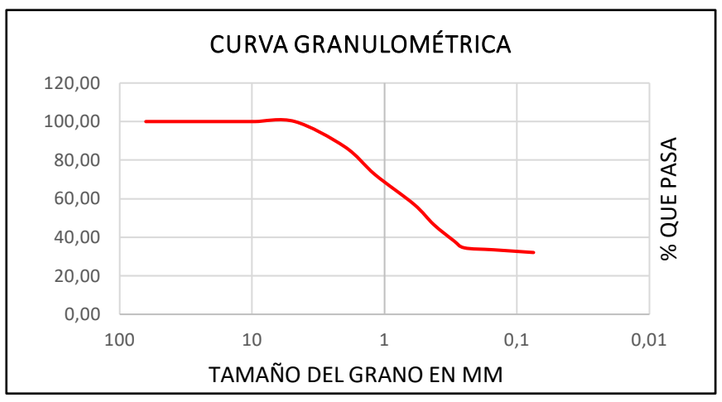
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ

G R A D A C I O N

WTMS:	423,50	WLST200	288,71
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	55,38	**13,08**	**86,92**
No 16	61,23	**14,46**	**72,47**
No 30	65,14	**15,38**	**57,08**
No 40	44,67	**10,55**	**46,54**
No 50	35,50	**8,38**	**38,15**
No 60	15,50	**3,66**	**34,49**
No 100	4,29	**1,01**	**33,48**
No 200	6,00	**1,42**	**32,06**
FONDO	1,00	**0,24**	**0,00**

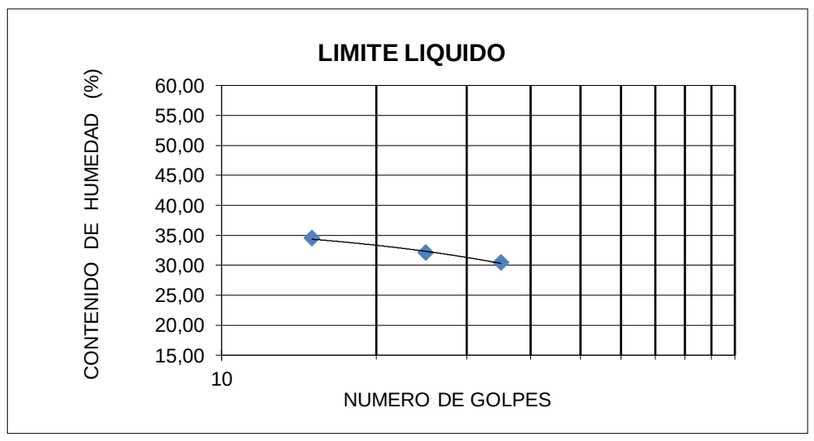
RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**67,94**
% FINOS :	**32,06**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
No DE GOLPES	**15**	**25**	**35**			
RECIPIENTE No.	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	42,90
Pc + Ph (P1)	36,70	30,67	34,85	11,25	12,21	440,90
Pc + Ps (P2)	28,70	24,56	28,00	10,30	11,10	370,50
Ps	**23,20**	**19,06**	**22,50**	**4,80**	**5,60**	**327,60**
HUMEDAD EN (%)	**34,48**	**32,06**	**30,44**	**19,79**	**19,82**	**21,49**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**32,06**
% LIMITE PLASTICO	**19,81**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**12,25**
CLASIFICACION S.U.C.S	**SC**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

FORMATO: F-AL-02

CLIENTE:	**COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN**		
PROYECTO:	**CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO**		**LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD**
SONDEO N°:	**6**		**PROFUNDIDAD: 2,00 - 6,00 M**
MUESTRA N°:	**2**	**FECHA: 27/12/2024**	**UBICACIÓN DEL SONDEO: LADO OESTE DEL POLIDEPORTIVO**

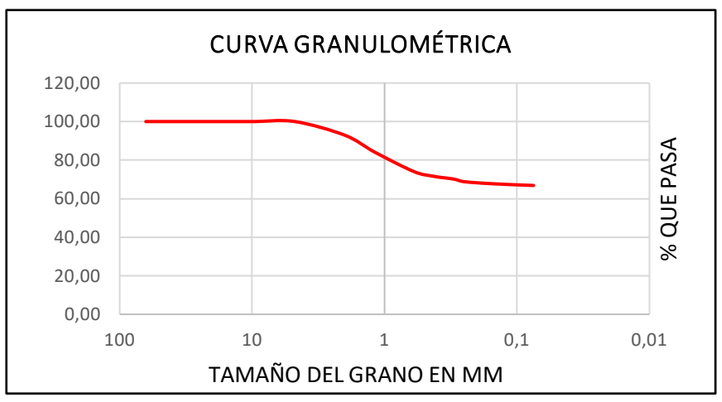
ENSAYO DE GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATERBERTH
INV E-123, INV E-125, INV E-126

CLASIFICACION:	**ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO**

G R A D A C I O N

WTMS:	**820,50**	WLST200	**272,00**
TAMIZ	W ret	% RET.	% PASA
2 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
2 "	0,00	**0,00**	**100,00**
1 1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
1"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/4"	0,00	**0,00**	**100,00**
1/2"	0,00	**0,00**	**100,00**
3/8"	0,00	**0,00**	**100,00**
No 4	0,00	**0,00**	**100,00**
No 8	58,00	**7,07**	**92,93**
No 16	73,00	**8,90**	**84,03**
No 30	82,00	**9,99**	**74,04**
No 40	20,00	**2,44**	**71,60**
No 50	12,00	**1,46**	**70,14**
No 60	11,00	**1,34**	**68,80**
No 100	9,00	**1,10**	**67,70**
No 200	7,00	**0,85**	**66,85**
FONDO	0,00	**0,00**	**0,00**

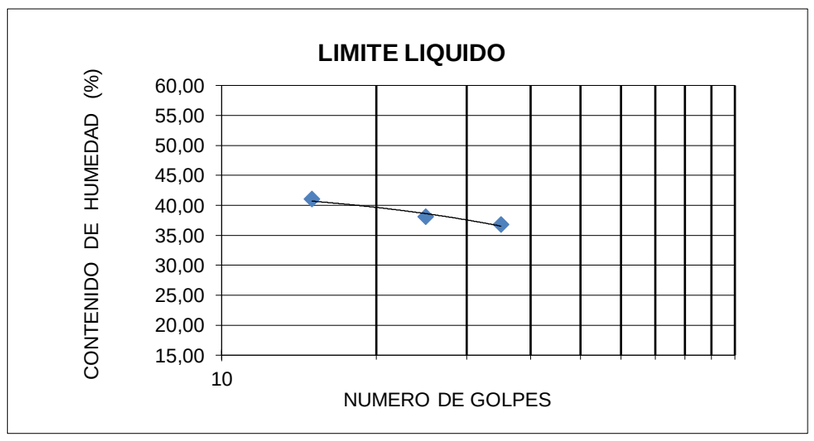
RESULTADOS	
% GRAVA :	**0,00**
% ARENA :	**33,15**
% FINOS :	**66,85**



LIMITES DE ATERBERHT

	LIMITE LIQUIDO			**LIMITE PLASTICO**		**Wn**
No DE GOLPES	**15**	**25**	**35**			
RECIPIENTE No.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Pc: peso capsula	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	45,50
Pc + Ph (P1)	43,00	42,50	42,30	11,16	12,14	458,50
Pc + Ps (P2)	32,10	32,30	32,40	10,12	10,91	398,50
Ps	**26,60**	**26,80**	**26,90**	**4,62**	**5,41**	**353,00**
HUMEDAD EN (%)	**40,98**	**38,06**	**36,80**	**22,51**	**22,74**	**17,00**

RESULTADOS	
% LIMITE LIQUIDO	**38,06**
% LIMITE PLASTICO	**22,62**
% INDICE DE PLASTICIDAD	**15,44**
CLASIFICACION S.U.C.S	**CL**



Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ARINCO ESTUDIO S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

Carrera 28 N° 48-50 Barrio Palmira Tel:6121943 E-mail:arinco.estudio.sas@gmail.com

Barrancabermeja - Santander

ARINCO ESTUDIO S.A.S
CONSULTORIA EN INGENIERIA Y GEOTECNICA - ESTUDIO GEOTECNICOS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CLIENTE: COLEGIO JOSE ANTONIO GALÁN | **FECHA: 27/12/2024** | **FORMATO: F-AL-03**

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA POLIDEPORTIVO Y ÁREAS DE SERVICIO

LOCALIZACION: CALLE 57 #13-23 BARRIO PUEBLO NUEVO - BARRANCABERMEJA, STD

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)		MUESTREADOR	LITOLOGIA	GRADACIÓN (%)				HUMEDAD NATURAL	LIMITES DE CONSISTENCIA		
No	Desde	Hasta	SPT, SHELBY, EXCAVACION, ROTACION	Descripción de la muestra	Sistema de clasificacion SUCS	Grava	Arena	Finos	%W	L.L	L.P	I.P
S1	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	4,44	70,16	25,40	19,56	31,05	19,44	11,62
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	14,81	85,19	23,29	37,39	22,53	14,86
S2	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	2,96	71,70	25,34	19,56	32,12	20,15	11,97
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	17,40	82,60	22,52	38,67	23,58	15,09
S3	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	3,64	66,68	29,67	19,32	31,47	19,54	11,93
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	33,26	66,74	22,86	38,61	23,20	15,41
S4	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	3,28	66,39	30,33	20,99	31,43	19,45	11,98
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	34,14	65,86	22,06	38,58	23,11	15,47
S5	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	3,24	66,04	30,72	20,79	31,83	19,34	12,50
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	35,65	64,35	22,49	38,34	23,34	15,01
S6	0,00	2,00	SPT	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA COLOR CAFÉ	SC	0,00	67,94	32,06	21,49	32,06	19,81	12,25
	2,00	6,00		ARCILLA COLOR CAFÉ OSCURO	CL	0,00	33,15	66,85	17,00	38,06	22,62	15,44

Nota: no se debe reproducir el informe de ensayo en su totalidad o parcial, sin la aprobacion escrita del laboratorio.

Laboratorista: DAVID ECHAVARRIA G.

Reviso: ING. NEYER BAREÑO LEON

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA